

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1941

THESE

N°

365

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

par

ZAIFOL Helmy

Né le 5 Mars 1911, à Alexandrie (Égypte).

UTILISATION DE LA STROBOSCOPIE

EN CLINIQUE

LARYNGOLOGIQUE ET PHONIA TRIQUE

« *Così è, se vi pare* »

L. PIRANDELLO

Président : M. LEMAITRE, Professeur.

PARIS
IMPRIMERIE R. FOULON
29, rue Deparcieux, 29
1941

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1941

THESE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

par

ZAIFOL Helmy

Né le 5 Mars 1911, à Alexandrie (Égypte).

**UTILISATION DE LA STROBOSCOPIE
EN CLINIQUE**

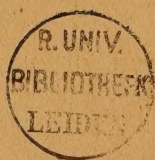
LARYNGOLOGIQUE ET PHONIATRIQUE

« Costi è, se vi pare »

L. PIRANDELLO

Président : M. LEMAITRE, Professeur.

PARIS
IMPRIMERIE R. FOULON
29, Rue Deparcieux, 29
1941



LE DOYEN... BAUDOUIN

I. — PROFESSEURS

Anatomie	ROUVIERE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	POLONOVSKI
Bactériologie	Robert DEBRE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutiques générales	BAUDOUIN
Pathologie médicale	PASTEUR-VALLERY-
	RADOT.
Pathologie chirurgicale	MONDOR.
Anatomie pathologique	LEROUX.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	AUBERTIN.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LEVY-VALENSI.
Pathologie expérimentale et comparée	Henri BENARD.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	CHIRAY.
	ABRAMI.
Clinique médicale	FIESSINGER.
	LOEPER.
	RATHERY.
	LEREBoullet.
	NOBECOURT.
	LAIGNEL-LAVASTINE.
	GOUGEROT.
	GUILLAIN.
	LEMIERRE.
	CUNEO.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GREGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	VELTER.
Clinique urologique	CHEVASSU.
	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique d'accouchements	LEVY-SOLAL.
	MOCQUOT.
Clinique gynécologique	OMBREDANNE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	HARVIER.
Clinique thérapeutique médicale	LEMAITRE.
Clinique oto-rhino-laryngologique	Pierre Duval.
Clinique thérapeutique chirurgicale	M. VILLARET.
Clinique propédeutique	TROISIER.
Clinique de la Tuberculose	MATHIEU.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte ..	Clovis VINCENT.
Clinique de cardiologie	N...
Clinique de neuro-chirurgie	HAZARD.
Assistance Médico-sociale	MULON.
	OLIVIER.
	SANNIE.
	VERNE.
	LAUBRY.
Professeurs sans chaire	

II. — AGREGES EN EXERCICE

MM.		MM.	
AMELINE	Pathologie chirurgicale.	GIROUD	Histologie.
BARIETY	Pathologie médicale.	HAGUENAU	Pathologie médicale.
BERNARD (Etienne).	Pathologie médicale.	HALPHEN	Oto - rhino - laryngologie.
BESANÇON (Justin).	Hydrologie.	JOANNON	Hygiène.
BONNET	Bactériologie.	LACOMME	Obstétrique.
BOULANGER	Chimie.	LANTUEJOUL ..	Obstétrique.
BOULIN	Pathologie médicale.	LAVIER	Parasitologie.
BROUET	Pathologie médicale.	LELONG	Pathologie médicale.
BULLIARD	Histologie.	LEMAIRE	Pathologie expérimentale.
CACHERA	Pathologie médicale.	LENEGRE	Pathologie médicale.
CORDIER	Anatomie.	Mlle J. LEVY	Pharmacologie.
COSTE	Pathologie médicale.	MARCHAL	Pathologie médicale.
COUVELAIRE (Roger).	Urologie.	MENEGAUX	Pathologie chirurgicale.
DELARUE	Anatomie pathologique.	MOLLARET	Pathologie médicale.
DELAY	Pathologie médicale.	MOUQUIN	Pathologie médicale.
DEGREZ (H.)	Physique.	PATEL	Pathologie chirurgicale.
DESOILLE	Médecine légale.	PETIT - DUTAILLIS.	Pathologie chirurgicale.
DIGONNET	Obstétrique.	RENARD	chirurgicale.
DOGNON	Physique.	RICHET	Ophthalmologie.
FEVRE	Pathologie chirurgicale.	SENEQUE	Physiologie
FUNCK - BRENTANO.	Pathologie chirurgicale.		Pathologie chirurgicale.
GALLIARD	Parasitologie.	SICARD	Pathologie chirurgicale.
GARCIN	Pathologie médicale.	SOULIE	Pathologie chirurgicale.
Mlle GAUTHIER-VILLARS,	Anatomie pathologique.		Pathologie médicale.
DE GENNES	Pathologie médicale.	SUREAU	Obstétrique.
		TURPIN	Pathologie médicale.
		WILMOTH	Pathologie chirurgicale.

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE

POUR LE SERVICE DES EXAMENS

MM.		MM.	
ALGLAVE	Pathologie chirurgicale.	HUGUENIN	Anatomie pathologique.
BUSQUET	Pharmacologie.	LE LORIER	Obstétrique.
CHAILLEY-BERT.	Physiologie.	NEVEU-LEMAIRE.	Parasitologie.
GUENIOT	Obstétrique.	PIEDELIEVRE ..	Médecine légale.
HEITZ-BOYER ..	Pathologie chirurgicale.	VAUDESCAL	Obstétrique.

IV. — AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

MM.		MM.	
ALAJOUANINE ..	Clinique médicale	BASSET	Clinique chirurgicale
BRULE		BROCQ	
CATHALA		CADENAT	
CHABROL		FEY	
CHEVALLIER ..		GATELLIER	
DONZELOT		de GAUDART ..	
DUVOIR		d'ALLAINES ..	
GASTINEL		LEVEUF	
LAROCHE (G.) ..		MOULONGUET ..	
LIAN		MOURE	
MOREAU		QUENU	
SEZARY			
MM.			
EGALLE	Clinique obstétricale.		
METZGER			
PORTES			
VIGNES			

V. — CHARGES DE COURS

CHAILLEY-BERT, agrégé	Education physique.
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.
RUPPE	Stomatologie.
WEIL-HALLE	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans des dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PERE

Le Docteur ZAIFOL PACHA HASSAN EL-WARDANI

Chirurgien de l'Hôpital El-Miry d'Alexandrie

Député, puis Sénateur.

In Memoriam.

A MON FRERE

Le Docteur HASSAN ZAIFOL

Chirurgien de l'Hôpital El-Miry d'Alexandrie

Mort à 33 ans dans l'accomplissement de son devoir professionnel

In Memoriam.

Prématurément enlevés à notre affection, leur souvenir palpite au plus profond de notre mémoire. Notre vie durant, il guidera nos devoirs quotidiens de sa pure lumière et nous efforcerons de suivre leur sillage, sans avoir l'espoir de les jamais atteindre.

A MA MERE

Par son esprit de sacrifice et sa sollicitude de tous les instants, elle fut la meilleure, la plus spontanée des éducatrices, celle qui naguère par l'admirable et chaude contagion de son exemple sut tout obtenir de nous sans exiger rien. Nous nous rendons compte combien est vaine cette dédicace coutumière, combien est chétif ce témoignage de notre reconnaissance pourtant éperdue et de notre affection pourtant immense, quand nous songeons aux difficultés de sa tâche qui fit, à travers les dures années de la séparation, du jeune garçon d'Egypte l'homme qui, aujourd'hui, dépose aux pieds de sa maman bien-aimée le fruit de son travail en France.

A MON FRERE KHAIRY

En témoignage de ma grande reconnaissance et de ma profonde affection.

A MES SŒURS ET A MON JEUNE FRERE

Ils seront dans l'avenir l'objet de tout notre Amour et de tout notre dévouement.

A TOUTE MA FAMILLE

A MES CHERS DISPARUS

MEIS ET AMICIS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR LEMAITRE

Membre de l'Académie de Médecine

Professeur de Clinique Laryngologique

à la Faculté de Médecine de Paris

Commandeur de la Légion d'Honneur

*Infiniment sensible à l'honneur qu'il
nous fait en acceptant la présidence de
cette thèse, les mots nous manquent
pour le remercier.*

A NOTRE JURY DE THESE

A MONSIEUR LE DOCTEUR TARNEAUD

Oto-rhino-laryngologiste de l'Hôpital Bellan
et du Conservatoire National de Musique de Paris
Secrétaire général de la Société française de Phoniatrie
Chevalier de la Légion d'Honneur

*Qui a bien voulu nous inspirer le
sujet de cette thèse.*

*Son esprit de recherche, son honnê-
teté scientifique ont exercé sur nous de
vives et durables séductions. Qu'il
veuille bien trouver ici l'hommage de
notre infinie reconnaissance.*

A MES MAITRES DE LA FACULTE

A MES MAITRES
DANS LES HOPITAUX DE PARIS

MONSIEUR LE PROFESSEUR CHEVASSU.
MONSIEUR LE PROFESSEUR NOBECOURT.
MONSIEUR LE PROFESSEUR LEMIERRE.
MONSIEUR LE PROFESSEUR GUILLAIN.
MONSIEUR LE PROFESSEUR GOUGEROT.
MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ SEZARY.
MONSIEUR LE DOCTEUR DEVRAIGNE.
MONSIEUR LE PROFESSEUR CLERC.
MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ GATELLIER.
MONSIEUR LE PROFESSEUR LEMAITRE.
MONSIEUR LE DOCTEUR TARNEAUD.
MONSIEUR LE PROFESSEUR MOCQUOT.

Internat à l'Hôpital de Corbeil

MONSIEUR LE DOCTEUR DELANOE.
MONSIEUR LE DOCTEUR MONCANY.
MONSIEUR LE DOCTEUR HUMBERT.
MONSIEUR LE DOCTEUR GOIDIN.
MONSIEUR LE DOCTEUR LAGLEZE.

A MONSIEUR LE DOCTEUR EDOUARD GARDE

Assistant d'Oto-Rhino-Laryngologie et de Phoniatrie
à l'Hôpital Bellan

*Dont l'intérêt pour la phoniatrie
confine à l'apostolat.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR DIWANY BEY

Directeur de la Mission Scolaire Egyptienne en France

Qui a toujours été pour ses compatriotes un conseiller sûr, éclairé, généreux. Au terme de nos études, qu'il soit assuré de notre gratitude.

INTRODUCTION

Au cours de nos études médicales, nous avons toujours été frappé de constater le peu d'importance que revêtait dans les ouvrages de physiologie l'étude de la voix. De même qu'en otologie, l'otospongiose, la voix était le « *noli me tangere* » des physiologistes. Plus tard, nous espérames avec la laryngologie de justes compensations. Il nous fallut, hélas ! déchanter, l'organe seul était digne d'intérêt ; la voix, pourtant fonction du larynx, était abandonnée en pâture aux professeurs de chant, aux rééducateurs et aux charlatans. Et cependant, comme nous comprîmes l'importance non plus seulement spéculative, mais sociale et même vitale, de ce moyen de relation humaine qu'est la voix (car si l'esprit a sa vie sociale, la voix en est la matière première et dans ce sens encore « *respire est souffle de vie* ») le jour où il nous fut donné de voir pour la première fois un être sans voix, un laryngectomisé. Alors, vraiment nous trouvâmes insuffisants, les traités classiques de laryngologie, où la voix ne paraît prise en considération dans le tableau clinique d'une laryngopathie que pour permettre une comparaison imagée ou une glose savante,

perpétuer l'existence chancelante de l'hystérie ou servir de prétexte à un déploiement d'érudition sur l'histoire des castrats célèbres à travers les âges. Et le malaise de notre ignorance se prolongeait...

Nous avons beau nous tenir ce raisonnement logique : en pathologie générale, il est bien vrai qu'une maladie quelconque modifie non seulement l'aspect de l'organe qui en est le siège ou sur lequel elle retentit à distance, mais encore amène des troubles, cliniquement appréciables, du fonctionnement de cet organe (ainsi, dans la coxalgie, les modifications de la fonction des membres inférieurs : les attitudes spéciales, les troubles de la marche, de l'équilibre, etc...). Alors pourquoi la voix, fonction de l'organe larynx, est-elle la seule fonction dans l'organisme humain qui échappe aux investigations médicales ? tandis que, en d'autres domaines de la pathologie, d'innombrables travaux entrepris au cours de ces trente dernières années attiraient l'attention sur l'intérêt des troubles fonctionnels. Au point qu'un jour peut-être l'histoire de la médecine considérera qu'à l'ère pastorienne a succédé l'ère fonctionnelle illustrée par les noms de CARREL, LERICHE et ABRAMI entre autres. Ces questions seraient restées en suspens sans un nouveau mode d'investigation : la stroboscopie du larynx qui vient une fois de plus démontrer cette loi générale que les progrès des sciences de la vie sont en étroite corrélation avec la mise en œuvre de nouveaux moyens de recherche, ou l'utili-

sation plus complète ou à des fins différentes de moyens déjà existants (car « trouver » ne consiste-t-il pas souvent à « retrouver »?). En médecine comme ailleurs, il est de règle qu'une méthode nouvelle tende à supplanter ses devancières; aussi devons-nous tout de suite préciser que la stroboscopie du larynx n'est en aucune façon une concurrente de la laryngoscopie au simple miroir. Bien au contraire elle est un complément; elle joue, par rapport à elle, le rôle que joue l'histo-physiologie vis-à-vis de l'anatomie: H. STERN la définit la microscopie de la laryngologie. Aussi bien les renseignements que nous apportent ces deux méthodes sont-ils d'un ordre essentiellement différent: avec le miroir laryngoscopique, on apprécie des caractères morphologiques (aspect, dimensions, forme, situation des cordes vocales); la stroboscopie, elle, nous introduit dans le détail des phénomènes physiologiques, elle rend compte d'une fonction: la fonction vibratoire des cordes vocales. Enfin, tandis que la laryngoscopie apporte à l'observation des éléments statiques, la stroboscopie nous renseigne sur le potentiel dynamique de l'organe. Et s'il est vrai que dans le chemin de la connaissance, aucun de nos sens n'a sur les autres de supériorité sous le rapport de l'objectivité, il n'en demeure pas moins qu'une méthode qui traduit en un phénomène visuel (l'aspect stroboscopique des vibrations des cordes vocales), les anomalies, jusque-là seulement perceptibles par l'audition, d'une voix, une telle méthode apporte à

l'étude séméiologique d'une laryngopathie un élément d'objectivité tel qu'il n'est plus permis désormais de n'en pas tenir compte au nombre des signes fonctionnels.

Mais s'il ne fait aucun doute que le laryngologiste tirera de la pratique de la stroboscopie des avantages certains par ce fait même que toute nouvelle méthode d'examen clinique précise la symptomatologie et partant la pose d'un diagnostic exact ainsi que l'édiction d'une thérapeutique conséquente, il faut dire qu'à notre avis, l'originalité profonde de la laryngostroboscopie n'est pas là. Longtemps, en effet, on a séparé de façon arbitraire les troubles laryngés en organiques et fonctionnels, comme si l'on pouvait en clinique scinder systématiquement la fonction et l'organe. Au surplus, on s'est trop contenté de rapporter les troubles vocaux à la phonasthénie et au malmenage vocal, sans en approfondir les causes et en vérifier les symptômes. Or, la laryngostroboscopie apporte fréquemment la preuve objective et organique de l'altération dite fonctionnelle.

Dans sa belle leçon inaugurale, le Professeur ABRAMI comparait la lésion organique au ressort de montre cassé, le trouble fonctionnel au grain de poussière: dans les deux cas, la montre s'arrête. La stroboscopie décèle le grain de poussière, et ce n'est pas là son moindre mérite de découvrir, sous l'apparence fonctionnelle, la réalité cachée lésionnelle du processus pathologique.

Certains pourraient nous objecter que la stroboscopie est

une méthode d'examen trop récente pour poser à l'heure actuelle des conclusions. Certes, les données recueillies germeront, se confirmeront, s'enrichiront. Mais, si l'on considère que le Docteur H. STERN, célébrant en 1934, à la clinique oto-rhino-laryngologique universitaire de Vienne, l'anniversaire de la découverte de la stroboscopie, pouvait intituler son rapport: « Cent années de stroboscopie », on voudra bien avouer que la méthode a ses lettres de noblesse. Peu connues, au moins en France, elles existent. Notre historique montrera l'ancienneté et la valeur éprouvée par les ans de la méthode. Et nous concluons avec le Docteur TARNEAUD: « La stroboscopie n'a point dit son dernier mot, dès maintenant il faut savoir qu'elle a souvent son mot à dire ».

HISTORIQUE

De même que pour beaucoup d'autres découvertes, la première page d'histoire de la nouvelle méthode d'examen s'ouvre sur une controverse, sur le point de savoir à qui revient la priorité de l'invention; l'ingénieur viennois STAMPFER prétendant avoir fabriqué et expédié lui-même à l'étranger des « disques stroboscopiques » avant la publication des travaux du physicien bruxellois PLATEAU. Quoiqu'il en soit, le « principe de la stroboscopie fut énoncé indépendamment par PLATEAU et STAMPFER en 1833 » (D^r TARNEAUD).

On ne la considère tout d'abord que comme un « jeu savant » permettant d'observer des images à travers les orifices d'un disque animé d'un mouvement de rotation. Puis on l'utilisa pour étudier les oscillations périodiques des corps et démontrer les lois de l'ondulation (Johannes MULLER). Mais c'est DOPPLER qui, en 1866, parla de la possibilité d'employer la stroboscopie pour l'observation des cordes vocales. Cette idée ne fut réalisée que 12 ans plus tard par L. OERTEL (1878). Les travaux de OERTEL, ainsi que ceux de KOSCHLAKOFF qui les suivirent

de peu, étudient surtout la production de la voix humaine et la question des registres. Pour marquer brièvement les étapes ultérieures les plus importantes du développement des recherches stroboscopiques, nous mentionnerons les travaux de RETHI (1895) qui continuent et complètent les publications de OERTEL, particulièrement du point de vue expérimental. Citons ensuite le nom de SPIESS (1898).

Au même moment, MUSEHOLD (1898-1913) publiait les résultats de ses études stroboscopiques et photographiques sur la position de cordes vocales dans les registres de poitrine et de fausset, et donnait, dans son ouvrage sur l'acoustique et la mécanique générale des organes de la voix humaine, un résumé magistral d'un grand nombre de questions se rapportant à ce sujet, — *mais considérées encore du seul point de vue pysiologique*. Viennent ensuite les travaux de WETHLO (1908-1935-1936), FLATAU (1910), LINKE (1918). Le grand mérite de PANCONCELLI-CALZIA et L. HEGENER (1920) fut, par de difficiles expériences poursuivies durant une vingtaine d'années et dont ils consignèrent les résultats en de nombreuses publications, d'ouvrir la voie à la cinématographie des mouvements des cordes vocales et de poser ainsi un nouveau jalon pour le développement ultérieur de cette étude. En 1920-21, SEEMANN communique le résultat de ses examens stroboscopiques concernant la paralysie des nerfs récurrents, examens particulièrement importants pour

toute une série de questions, aussi bien physiologiques que pathologiques, relatives aux mouvements des cordes vocales. Les travaux de DAHMANN (1926) et de TONNDORF ont trait principalement aux lois physiques essentielles de la laryngostroboscopie. En 1927 paraissent les travaux de LOEBELL. Et c'est alors *la grande période clinique* où s'illustrent les noms de GUTZMANN, SCHILLING, NADOLECZNY, FROESCHELS, IMHOFFER, HEYMANN, SÉGRÉ, MALJUTIN, KALLEN.

Une mention spéciale est due aux travaux de Hugo STERN et de WEISS dont le rapport de 1932 mentionne 160 publications se rapportant à la stroboscopie dont nous ferons état dans la bibliographie de ce travail.

En France, il semble que ce soit CLARY qui, avec son article paru dans *le Siècle Médical* en 1931 et son phonoscope à cordes vibrantes, ait ouvert l'ère laryngostroboscopique. Mais il ne tira aucun parti de son phonoscope et pratiquement il faut en venir aux travaux de J. TARNEAUD (années 1932 et sq.), pour voir la stroboscopie du larynx prendre son essor définitif.

PRINCIPE DE LA METHODE STROBOSCOPIQUE

Elle repose essentiellement sur deux principes d'optique physiologique :

1° Une impression lumineuse atteignant notre œil y laisse une image positive d'une durée de 0,2 secondes.

2° Les bâtonnets et les cônes de la rétine ne peuvent saisir séparément des impressions lumineuses qui se succèdent à des intervalles inférieurs à $1/5^e$ de seconde (ou à $1/7^e$ et même à $1/12^e$ suivant l'intensité de la lumière, d'après d'autres auteurs). En tout cas, si ces intervalles sont inférieurs à $1/5^e$ de seconde, l'œil ne perçoit qu'une indistincte continuité lumineuse. Or, les vibrations des cordes vocales humaines se succèdent à des intervalles de bien moindre durée. Le mi 1 de la basse comporte 81 vibrations, le la 3 435, le ut 5 du soprano 1.034 vibrations par seconde. Il en résulte que pour pouvoir saisir et examiner chacune de ces vibrations dans leur individualité, il est nécessaire de posséder une méthode optique qui les ralentisse en apparence et permette à notre œil d'en percevoir facilement les

détails. Cette méthode, c'est la stroboscopie et ce sont les interceptions périodiques de lumière, en concordance calculée avec le mouvement des cordes vocales, qui permettent l'observation correcte du phénomène vibratoire, invisible à l'œil nu. Dans le tableau (fig. 1), sont représentées les vibrations de l'ut 2; chaque période est inscrite sous la

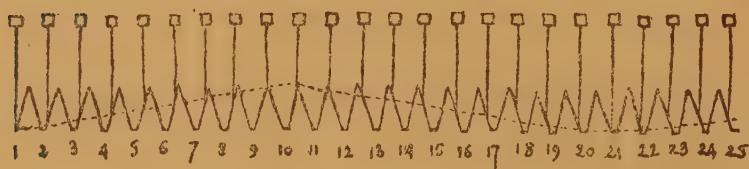


Fig. 1

Incidence des rayons lumineux du stroboscope et des vibrations
des cordes vocales

(Ce tableau est emprunté au chapitre « Maladies de la voix » in « Les Maladies du Larynx » par le Professeur Canuyt et MM. Truffert, Tarnaud et Wild.)

forme d'un angle aigu dont la montée représente la phase d'ouverture des cordes, la descente leur phase de fermeture, auxquelles fait suite un trait représentant leur phase d'accolement. Le petit carré indique le faisceau lumineux et les traits fins le moment où celui-ci éclaire le mouvement des cordes vocales. On voit ainsi que 20 vibrations à l. seconde peuvent être décomposées en une seule vibration représentée par le trait pointillé. Les vibrations des cordes vocales sont ralenties au vingtième. Le premier faisceau lumineux du stroboscope tombe au début de la phase d'ouverture des cordes; le second, le troisième, le quatrième-

me et ainsi de suite jusqu'au dixième, atteint les cordes vocales toujours dans la phase d'ouverture. Le dixième éclaircissement est celui de l'élongation maxima, c'est-à-dire de l'écartement le plus grand des cordes vocales (maximum de la phase d'ouverture). Ensuite, du 10^e éclaircissement jusqu'au 20^e, a lieu la décomposition de la phase de fermeture. Du 20^e au 22^e, le rayon lumineux tombe sur la phase d'accolement des cordes, et ainsi de suite.

Dans un tel schéma, le stroboscope transforme les 130 vibrations par seconde de l'ut 2 en 6 battements par seconde. Pour améliorer la vision stroboscopique presque à l'unisson, il faudra que ces 130 vibrations soient ralenties — ce qui est possible — à un battement par seconde, c'est-à-dire que la flèche monte dans la phase d'ouverture pendant 65 vibrations et descende pendant les 65 vibrations suivantes.

Si donc nous examinons un sujet émettant un ut 2 qui correspond à 128 vibrations doubles à la seconde, l'endoscopie habituelle du larynx nous montre les cordes vocales floues. Pendant l'émission de cette note, projetons maintenant sur le larynx 128 éclairs lumineux par seconde, nous verrons les cordes vocales immobiles. Lorsque la concordance entre le nombre d'illuminations et le nombre de vibrations à la seconde est parfaite, l'unisson est réalisé. Si l'illumination stroboscopique donne 127 éclairages pendant l'émission de l'ut 2 qui comprend 128 vibrations, nous ver-

rons une vibration par seconde. Mais si le décalage est plus grand et que les illuminations soient, par exemple, au nombre de 115 à la seconde, toujours pendant l'émission de l'ut 2, nous ne verrons rien du phénomène intime de la vibration, en raison de l'écart entre le nombre de vibrations et le nombre d'illuminations. *On comprend bien que plus est petit le rapport entre le nombre de vibrations à la seconde et celui des illuminations, mieux se voit la vibration.*

L'illumination stroboscopique de l'ut 2 avec 127 interruptions par seconde nous montrera donc une vibration apparente, *exactement de même forme* que celle des 128 mouvements vibratoires effectués par seconde par la corde vocale. Toutes les particularités de la vibration pourront donc être analysées, grâce aux interruptions lumineuses convenablement réglées.

L'importance de l'examen stroboscopique tient donc à deux faits essentiels :

1° La vue des cordes vocales quasi-immobiles, malgré la phonation ;

2° L'analyse du mouvement vibratoire des rubans vocaux.

LES APPAREILS

Une question a été souvent posée: celle de savoir pourquoi la stroboscopie, découverte il y a 63 ans pour servir à la laryngoscopie, fut relativement si peu étudiée dans le dernier demi-siècle et ne trouva à peu près aucune application pratique. Sans doute, l'une des raisons, à côté de plusieurs autres, c'est que les examens stroboscopiques n'étaient envisagés qu'au point de vue physiologique et que personne ne songeait à les utiliser en clinique. Mais une seconde raison, encore plus importante, c'est que les appareils existant alors étaient nettement insuffisants et constituaient la source d'un grand nombre d'erreurs. Dans ces dernières années, d'excellents appareils ont été construits: en Allemagne ceux de DAHMANN, STEIN, LOEBELL, WETHLO et le néo-stroboscope de BACK-STERNWIETHE, tous ces appareils dérivant du principe stroboscopique qui utilise le disque tournant à fentes imaginé par PLATEAU.

Nous devons une mention spéciale à l'appareil de FLATAU, qui est un endostroboscope permettant l'étude du larynx bouche fermée.

Aux Etats-Unis, KALLEN de New-York, a pu réaliser dernièrement un stroboscope remarquable qui, basé sur des relais électromagnétiques, donne l'immobilité absolue des cordes vocales en fonction de la note émise par le sujet. PANCONCELLI-CALZIA et HEGENER utilisent maintenant le « stroboscope à éclair » (Blitz-Stroboscope). Cet appareil, sans disque, comprend une lampe à mercure sous forte tension, déchargée périodiquement par un condensateur. L'image, très plastique, est d'une netteté remarquable.

En France, mis à part le phonoscope à cordes vibrantes de CLARY, réalisation sans lendemain, deux appareils seulement sont utilisés : le Stroborama et le Stroboret de TARNEAUD, tous deux construits par M. M. SÉGUIN.

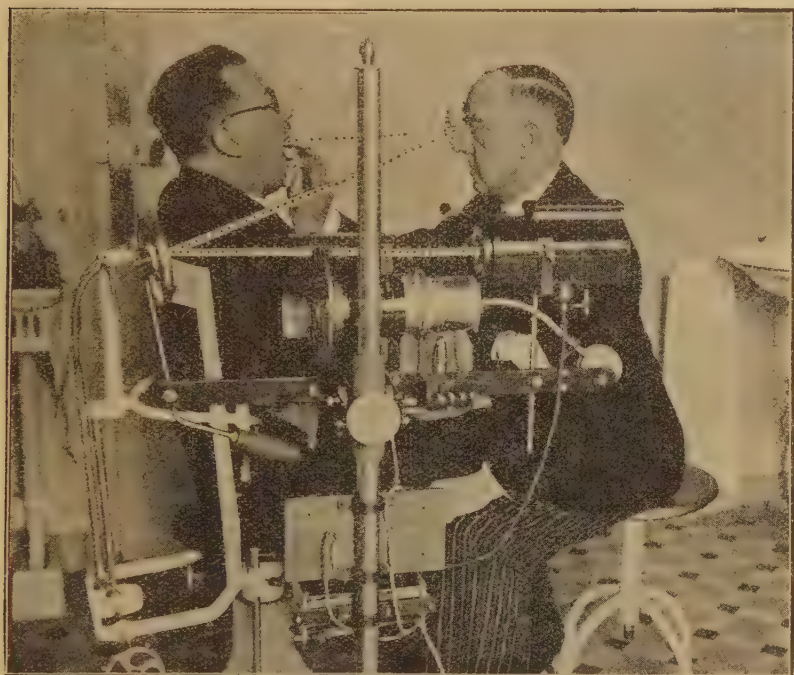
LE STROBORAMA

Il permet d'obtenir sur toutes les notes de la gamme une apparence d'immobilité ou de mouvement ralenti des cordes vocales, et la stabilité des images stroboscopiques (fig. 2). Il se compose :

a) D'un projecteur orientable, éclairé par une lampe électrique spéciale à incandescence, donnant un puissant faisceau lumineux à travers la lentille;

b) D'un disque à dix fentes équidistantes, entraîné par un moteur, recouvert d'un carter et muni d'un régulateur

autostatique, manœuvré à l'aide d'un bouton qui donne les fréquences de 0 à 1000;



Examen Stroboscopique des cordes vocales avec le Stroborama

c) D'un miroir concave orientable dans toutes les positions par une poignée, qui transmet et concentre le faisceau stroboscopique sur le miroir frontal de l'observateur, et de là, sur le larynx;

d) D'une sirène constituée par une palette fixe à fentes, placée devant le disque tournant. L'observateur obtient

ainsi à volonté la note musicale à laquelle correspond chaque fréquence du faisceau lumineux stroboscopique;

e) D'un tachymètre commandé par le moteur, et qui présente un cadran gradué en octaves, notes musicales et fréquences vibratoires, depuis le fa 1 (87 v. d.) jusqu'au si 4 (987 v. d.) (fig. 3).



auxiliaire. Sa consommation est faible : 250 watts, et permet de le brancher sur tous les compteurs d'éclairage normaux ; il ne présente aucun danger et ne nécessite aucun entretien.

Il s'agit de réaliser l'unisson, c'est-à-dire l'accord entre la fréquence de la note musicale émise et la fréquence du faisceau lumineux stroboscopique.

En pratique stroboscopique, l'apparence d'immobilité absolue des cordes vocales n'est obtenue qu'exceptionnellement. En effet, la moindre erreur d'unisson se traduit par une vibration apparente des cordes et le patient éprouvera généralement la plus grande difficulté à réaliser et à maintenir l'unisson absolument rigoureux.

Mais il faut bien se rendre compte que la fréquence de cette vibration apparente ne représente que la différence entre la fréquence de la vibration réelle et la fréquence stroboscopique. Or, une vibration qui dépasse la fréquence d'environ 5 à 6 battements à la seconde cesse d'être visible. Il en résulte que, toutes les fois que l'observateur pourra suivre à l'œil la vibration apparente de la corde, il aura la certitude que la différence entre les fréquences des notes émises par la sirène et par le patient est inférieure à 6 ou 5, c'est-à-dire que l'unisson peut être considéré comme excellent, étant donné surtout que les fréquences des notes musicales sont grandes. Par exemple, il n'y a pas de différence sensible entre la note la 3 correspondant à la fréquence

435 et la note correspondant à la fréquence $435 + 5 = 440$.

Cette remarque étant faite, la technique d'examen laryngologique est la suivante :

Accord par le sujet: Si la vibration des cordes vocales apparaît assez ralentie pour qu'on puisse suivre son mouvement, l'opérateur demandera, d'abord, au sujet de chercher à améliorer l'unisson. Si le sujet n'y parvient pas, l'opérateur tournera très lentement, dans un sens ou dans l'autre, le bouton du régulateur, jusqu'à ce qu'il obtienne les apparences désirées. Alors, l'opérateur fera l'examen et, ensuite, sur le cadran, la lecture de la note réellement émise par le sujet et de la fréquence de cette note; il pourra, de plus, noter l'écart entre la note demandée et celle obtenue.

Accord par l'instrument: Le sujet émet une note, qu'il cherche à maintenir la plus constante possible et l'opérateur s'accorde sur cette note.

Pour réaliser cet accord, l'observateur, évitant d'actionner la sirène, tourne le bouton de réglage pour amener l'aiguille du tachymètre à indiquer approximativement la note émise par le sujet. Ensuite, il examine les cordes vocales et fait tourner doucement le bouton de réglage du régulateur dans un sens ou dans l'autre, jusqu'à ce qu'il obtienne l'apparence d'une vibration suffisamment ralentie pour suivre la vibration des cordes. Il lit alors, sur le

cadran, la note émise par le patient ou la fréquence de cette note.

Grâce au cadran tachymétrique, la fréquence et l'indication de la note stroboscopique sont connues à tout moment de l'examen, ce qui permet d'évaluer la valeur de la note émise par le sujet et de mesurer l'importance de tout désaccord.

Le stroborama remplit les conditions nécessaires à l'examen stroboscopique convenable, qui sont :

1° L'éclairage brillant des cordes vocales;

2° Le réglage de la fréquence sur une gamme étendue et continue et le maintien automatique de la constance de cette fréquence pour chaque réglage.

Il est, en effet, indispensable de faire les examens sur plusieurs notes de la gamme et de pouvoir rechercher aisément la visibilité du quasi-unisson entre la note émise et l'illumination.

De plus, en stroboscopie laryngée, il est essentiel d'avoir la certitude qu'un manque d'unisson entre la fréquence stroboscopique et la fréquence des vibrations laryngées — ce qui se décèle par un mouvement plus ou moins rapide des cordes vocales — est bien dû au sujet et non à une variation de vitesse fortuite de l'appareil;

3° Le maniement facile : aucune difficulté d'examen ne résulte de la réflexion du rayon stroboscopique par le miroir frontal.

LE STROBORET

Cet appareil, le stroborama n° 2 (fig. 4), se compose d'un boîtier cylindrique à l'intérieur duquel tourne le disque à fentes, dont la rotation est assurée par un mouvement d'horlogerie.



Fig. 4 — Examen au Stroboret

Le faisceau lumineux, produit par un petit projecteur électrique à incandescence fixé sur le boîtier, traverse le disque à fentes, puis, à travers une lentille convergente, est dirigé sur le miroir frontal de l'opérateur qui le réfléchit, de façon usuelle, sur le miroir laryngé et les cordes vocales.

Le ressort du mouvement d'horlogerie qui assure la rotation du disque à fentes est remonté automatiquement au moyen d'un petit moteur électrique qui fonctionne sur courant, en lui adjoignant une résistance appropriée.

Un bouton latéral au boîtier permet, grâce à un changement de vitesse, de régler la vitesse du disque et la fréquence du faisceau lumineux d'une façon continue. Pour chaque réglage, le mouvement d'horlogerie assure la constance de cette vitesse d'une façon absolue. Ce même bouton actionne, d'autre part, une aiguille qui se déplace devant un cadran fixé sur le devant du boîtier et qui est gradué en notes, fréquences et octaves musicales du fa 1 (87 v. d.) au do 5 (1.044 v. d.).

A chaque position du bouton correspond donc une vitesse du disque et une position de l'aiguille qui indique sur le cadran la fréquence du faisceau lumineux et la note correspondant à cette fréquence. Aussi, un réglage ayant été effectué, l'aiguille reste régulièrement immobile tant qu'on n'a pas changé le réglage et même si on arrête le mouvement d'horlogerie.

On peut ainsi faire avec une très grande précision la lecture de la fréquence stroboscopique et de la note correspondante, soit qu'on mette l'aiguille sur une note donnée avant de faire l'observation du sujet, soit qu'on lise cette note indiquée après l'observation.

La note musicale à laquelle correspond chaque fré-

quence du faisceau stroboscopique est donnée automatiquement par une sirène constituée par les fentes même du disque et activée à la main par une poire en caoutchouc. Afin de mieux entendre la note musicale, le sujet est relié à cette sirène par un tube en caoutchouc appliqué dans son oreille.

Le stroboret, avec son projecteur et son système optique, peut être placé sur une table ou sur un pied orientable. Il y a intérêt à ce qu'il soit placé près de l'oreille droite ou gauche du sujet examiné, de façon à ce que le miroir frontal de l'observateur garde les rayons lumineux même lorsqu'il se déplace vers le sujet. Si le faisceau stroboscopique était reçu par le miroir frontal sous un angle trop ouvert, l'éclairement du larynx serait moins facile à réaliser.

Ajoutons, en outre, que cet appareil comporte un petit transformateur en vue d'alimenter la lampe du projecteur.

Cet appareil permet l'accord par le sujet ou par l'instrument.

Accord par le sujet: Le sujet cherche à réaliser l'unisson avec une note donnée par la sirène.

Si les vibrations des cordes vocales apparaissent assez ralenties pour permettre un examen facile, il sera inutile de chercher à perfectionner l'unisson. Le degré de perfection de cet unisson sera, d'ailleurs, indiqué par la mesure des fréquences vibratoires, c'est-à-dire par le nombre de

battements perçus par seconde. Si les vibrations des cordes ne sont pas suffisamment ralenties, l'opérateur demandera au sujet de chercher à améliorer l'unisson.

Si celui-ci n'y arrive pas, l'opérateur tournera lentement, dans un sens ou dans l'autre, le bouton latéral du boîtier jusqu'à ce qu'il obtienne l'unisson désiré. Alors l'opérateur fera l'examen et lira sur le cadran la note réellement émise par le sujet. Il lui sera facile, de plus, de noter l'écart entre la note demandée et celle obtenue.

Accord par l'instrument: Le sujet émet une note qu'il cherche à maintenir le plus longtemps possible, et l'opérateur s'accorde sur cette note. Pour ceci, il n'y a plus besoin de sirène, mais il faut tourner le bouton de réglage jusqu'à ce qu'on obtienne l'apparence d'une vibration suffisamment ralentie.

PHYSIOLOGIE DE LA VIBRATION

Nous avons vu que pendant fort longtemps la stroboscopie n'avait été utilisée que pour des fins physiologiques. A notre avis, cela s'explique par des raisons d'ordre méthodologique. Avant la clinique, application de la pathologie, vient nécessairement l'étude de la physiologie. C'est pourquoi avant de passer en revue les applications cliniques de la laryngostroboscopie, il nous a paru utile, logique et indispensable de dire comment l'on conçoit aujourd'hui, à la lumière des données stroboscopiques, la physiologie de la vibration des cordes vocales.

Ce n'est pas un des moindres mérites de la méthode stroboscopique que d'avoir fait justice de toutes les erreurs accumulées dans les vieilles théories de la phonation antérieures à 1898, et qui depuis ont été inlassablement reprises et répétées en France, même dans des ouvrages récents. On mesurera mieux ces mérites si nous retraçons sommairement, à la suite de HUSSON et TARNEAUD, l'amusant panorama rétrospectif des erreurs commises en matière de physiologie vocale avant l'ère laryngostrobos-

copique. Au siècle dernier, BICHAT avait écrit : « La voix, sa formation, problème insoluble ». Il est vrai, comme le rappelle BERGONIE dans son excellente thèse d'agrégation que « par une aberration d'esprit difficile à expliquer », BICHAT prétendait établir un infranchissable fossé entre les phénomènes des sciences physiques et les phénomènes de la biologie. Est-ce pour cette raison que depuis cent ans bien des laryngologistes se sont cru obligés d'étudier la phonation avec une physique ultra-fantaisiste, une acoustique spéciale totalement inconnue à la Faculté des Sciences et une aérodynamique d'opérette ? Les citations abondent : c'est MANDL qui fait vibrer « la lame d'air glottique » à la façon d'une branche de diapason. C'est GUILLEMIN qui nous transmet les racontars de LOOTENS et attribue à ses cyclones un rôle extravagant. C'est BONNIER qui veut transformer une salle de théâtre en un véritable « résonateur ! ».

« Lorsque le timbre est clair, écrit un autre laryngologiste, l'onde vocale est convexe, et lorsqu'il est sombre, l'onde est concave », confondant ainsi la forme de la vibration d'une molécule qui donne le timbre et la forme de l'onde de propagation, lieu des molécules ayant, à un instant donné, la même différence de phase. Que dire d'ACHTEN, indiquant la trajectoire du son laryngé dans le pharynx et dans la bouche suivant certaines lignes qui se réfléchissent ici et là comme si le son ne se propageait que dans certaines directions privilégiées. Dans un des

derniers livres parus sur la voix, les auteurs font naître les sons graves dans la trachée, les sons du médium dans la région glottique, et les sons aigus dans les cavités sus-glottiques! D'autres attribuent à la cavité thoracique le rôle de « caisse de renforcement », comme si les vibrations transmises au thorax par conduction osseuse et musculaire pouvaient participer à la formation de l'onde de progression bucco-labiale! Le son du larynx est pour certains initialement simple, et il prend ses harmoniques au passage de la cavité pharyngo-buccale, tel le promeneur qui ramasse un bouquet en cueillant une fleur çà et là le long de la route. En somme toutes ces théories inexactes, nous pouvons les grouper sous le nom générique de « *théories glottiques anciennes* ». Leurs auteurs se divisent en deux catégories :

1° Pour les uns comme DODART, BIOT, LISKOVIVS, LONGET, HELMHOLTZ, MANDL, EUSTACHE, le son initial glottique est dû aux vibrations de l'air expiré, dont l'écoulement périodiquement variable est réglé par les oscillations des cordes vocales.

2° Pour les autres tels que MULLER, BATAILLE, FOURNIÉ, DUVAL, GAY, LERMOYEZ, le son glottique initial est dû aux vibrations des cordes vocales.

Or, ces distinctions sont entièrement artificielles. Dans le larynx, en effet, l'agent sonore essentiel n'est ni spécialement les cordes vocales inférieures, ni spécialement

l'air qui filtre à travers la glotte : c'est l'ensemble des deux.

Le larynx n'est pas un oscillateur libre (comme un pendule, un ressort spiral, etc...), mais un oscillateur entretenu qui n'existe qu'en fonction de son mode d'entretien.

Le vibrateur laryngien n'est point, soit la corde, soit l'air, mais l'ensemble : corde vocale inférieure + pression sous-glottique. Le vibrateur ne peut ici être séparé de son mode d'excitation, comme dans le cas d'un diapason entretenu électriquement par exemple.

Cette distinction artificielle mise à part, tous les auteurs se sont accordés pour admettre que les cordes vocales inférieures vibraient à la façon d'anches membraneuses libres, battantes dans certains cas pour quelques auteurs (HELMHOLTZ, DONDERS, GAVARRET, etc...) sous l'influence du courant d'air expiré. Cette idée à priori inspire les expériences de MULLER (1829), mais LISKOVIVUS, en 1846, la reconnaît difficilement conciliable avec certains faits expérimentaux, et enfin EWALD en 1898 démontre la fausseté et l'impossibilité du mode vibratoire des cordes vocales en anches libres ou battantes. Car si un tel mode était exact, la vibration de l'anche admettrait une composante verticale notablement plus grande que la composante horizontale. L'observation stroboscopique a fait justice de ces erreurs; examinons donc les divers éléments physiologiques de la vibration.

A. — LA FORME DE LA VIBRATION.

Les cordes vocales présentent dans leur vibration un *mouvement ascendant dirigé latéralement*. Ceci résulte du fait que la pression aérienne, exercée sur la face inférieure des cordes vocales, les sépare à la façon d'un coin.

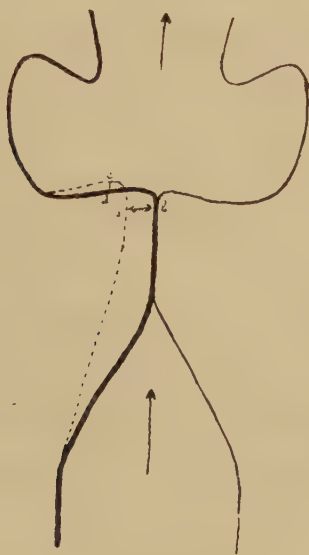


Fig. 5

Décomposition du mouvement
vibratoire

- 1) ab: composante horizontale de la vibration.
- 2) cd: composante verticale de la vibration.

en noir: la glotte est fermée.

en pointillé: la corde vocale est représentée à la position d'écartement maximum.

Dans l'acte vibratoire, on peut distinguer — de façon arbitraire, il est vrai — deux composantes (fig. 5), la *première verticale peu apparente, de 1 à 2/10° de mm.*, l'*autre horizontale*. Normalement cette composante verticale n'est pas perceptible; autrement dit, une corde ne bat jamais de bas en haut. L'apparition d'un tel symptôme dénote une parésie musculaire, un affaiblissement de la contractilité du thyro-aryténoïdien et le battement vertical est plus ou moins accusé suivant le degré de paralysie ou de parésie. La composante verticale apparente dans la vibration est pathologique et sera étudiée plus loin.

Or, dans l'hypothèse que les cordes vibreraient en anche (libre ou battante), la composante horizontale de la vibration atteindrait 4 mm. et la composante verticale plus d'un cm. au-dessus et au-dessous du plan fixe de la glotte. Cela est impossible et n'a jamais été observé.

Quant à la *composante horizontale*, bien caractérisée par sa fréquence et son amplitude, elle donne l'image suivante :

a) *En voix de poitrine*, la masse des deux cordes vocales est entièrement animée d'un mouvement vibratoire ample : les cordes apparaissent rondes, sous forme de bourrelets ou de lèvres.

b) *En voix de fausset* ou de tête, la contraction du sphincter glottique est telle que les bords des cordes vocales paraissent seuls animés de vibrations transversales. Les

cordes méritent alors leur appellation de rubans vocaux.

c) Enfin il y a lieu de noter que le travail vibratoire des cordes vocales est très différent *suivant le timbre* de la voyelle émise. La hauteur étant invariable et l'intensité égale, pour le son ouvert *ê* la tension des cordes vocales est totale alors que pour le son fermé *é* cette tension est nettement diminuée au niveau du bord libre des cordes vocales lors du temps d'ouverture. De rigide, ce bord libre devient plus souple, ce qui donne à la vibration, au temps du début d'ouverture des rubans vocaux, un aspect de flottement qui n'existe pas pour le son *ê*. (TARNEAUD : Rôle fondamental du larynx dans la différenciation du timbre des voyelles. Note à l'Académie des Sciences, 17 février 1941.)

A ce propos, il faut savoir qu'en physiologie vocale, tension ne signifie pas écartement plus ou moins grand réalisé entre les attaches antérieure thyroïdienne et postérieure aryténoïdienne des cordes vocales; les cordes ne se tendent pas en s'allongeant à l'égal d'un élastique ou d'une corde de violon. Cet allongement a pourtant été affirmé par beaucoup d'auteurs: HARLESS qui nous dit que la corde vocale augmente de 20 % de longueur en phonation; NÉGUS, qui écrit que les crico-thyroïdiens allongent (elongate) les cordes vocales; EWALD pour lequel les ligaments vocaux peuvent se raccourcir, tandis que leur tension s'accroît.

L'écartement des points d'attache de la corde vocale tendant à faire varier l'élasticité de la corde vocale suivant les besoins phoniques est une conception que ne prouvent ni l'expérience, ni l'examen laryngologique, ni l'étude radiologique.

La corde vocale en raison de sa constitution même est parfaitement inextensible. Le ligament vocal, formé d'un épithélium stratifié, est adhérent au muscle thyro-arythénoïdien. Lorsque ce dernier entre en contraction, comme tout muscle, il change de forme. Son volume ne varie pas ; ses dimensions transversales augmentent. Mais la dureté, l'étirement et la résistance du muscle sont d'autant mieux réalisés que la fixité même des attaches de la corde vocale est assurée.

MINK a d'ailleurs souligné que si la corde vocale paraît plus longue en phonation, plus longue de tout son ligament postérieur, c'est que d'une part l'apophyse vocale et l'aryténoïde lui-même se sont déplacés en avant, et que, d'autre part, la corde en position médiane est plus apparente dans une cavité laryngée dont le diamètre antéro-postérieur est agrandi. Il est donc erroné de dire que la corde vocale s'allonge dans la phonation. Un tel allongement serait préjudiciable à la fonction phonatoire. En réalité seule la contraction du sphincter importe et détermine les modifications apparentes de la forme de la vibration.

Dans la phonation, le rôle du thyro-arythénoïdien est

avant tout celui de constricteur glottique. Sa forme doit varier suivant la hauteur du son donné. Il remplit la cavité glottique plus ou moins suivant son degré de contraction, sans subir d'allongement. Dans le registre grave, la corde vocale devient un bourrelet. Dans le registre aigu, l'élasticité du muscle étant augmentée, la corde est plus contractée. Il n'y a pas lieu pour expliquer ces phénomènes de faire intervenir un processus d'élongation qui d'ailleurs ne s'observe nullement au point de vue physiologique et ne se conçoit pas au point de vue physique. Seul importe l'état de contractilité du thyro-aryténoïdien qui varie en dépendance de l'incitus cérébral ainsi que le démontrent les expériences de LINDEMANN.

B) L'AMPLITUDE DE LA VIBRATION.

Correspond à l'écartement des cordes vocales et elle est normalement plus grande dans le grave que dans l'aigu. De plus, elle augmente quand on passe du piano au forte sur la même note, conformément à la loi de proportionnalité de l'intensité sonore au carré de l'amplitude.

En voix grave, l'écartement maximum des cordes vocales est de 3 mm. environ. La glotte a l'aspect d'une *large fente*. Cet écartement maximum correspond à la position dite d'élongation du mouvement vibratoire.

En voix aiguë, l'ouverture glottique est minime, l'amplitude vibratoire réduite à 1 mm. environ.

C) LA FREQUENCE DE LA VIBRATION.

Le nombre de vibrations à la seconde caractérise la hauteur du son. Par ailleurs, pendant la phonation, LINDEMANN a pu enregistrer avec des instruments appropriés des courants d'action du nerf récurrent et noter que leur fréquence correspondait au nombre de vibrations de la corde vocale.

D) FERMETURE DE LA GLOTTE.

Normalement, quel que soit le registre utilisé, les cordes vocales vibrent sur toute leur étendue, depuis leur attache antérieure thyroïdienne jusqu'à leur partie ligamenteuse. Il y a un temps d'accolement médian de la glotte dont la durée est variable suivant le registre utilisé, plus grand en voix de poitrine qu'en voix de tête.

En voix de poitrine, la phase de la fermeture glottique est plus longue que celle de l'ouverture (MUSEHOLD et après lui tous les auteurs stroboscopistes).

En voix de fausset, le temps de fermeture est très court (MUSEHOLD). Bien plus, pour WEISS il n'y a jamais, dans la production du fausset, de fermeture complète de la glotte.

Pour TARNEAUD, dans la voix de tête et de fausset, la possibilité de fermeture des cordes vocales est réalisée

chez certains et manque chez d'autres. Et il fait remarquer qu' « il n'est pas indispensable que la glotte soit complètement fermée dans chaque vibration pour l'émission du son ; il suffit que les cordes vocales présentent une certaine résistance au passage de l'air ». Cependant, en voix de tête ou de fausset, si la glotte reste partiellement entr'ouverte, la clarté du son est diminuée en proportion directe du degré d'ouverture (GARCIA, MUSEHOLD, etc.).

En définitive, il n'y a pas lieu de dire de façon systématique qu'en voix de tête ou de fausset la glotte reste constamment ouverte. Ce mécanisme est possible, mais la fermeture glottique se voit également. Il n'y a là qu'un fait d'adaptation constitutionnelle du larynx.

Nous ne pouvons nous attarder ici à étudier le mécanisme intime de la vibration des cordes vocales. Cependant, nous devons signaler que la laryngostroboscopie a fait justice de la théorie physique matérialisée par les larynx artificiels et a posé le problème d'une façon beaucoup plus vraisemblable, malgré les vérifications d'ordre expérimental et pathologique qui restent encore à faire, sous l'angle *neuro-chronaxique*.

A la suite des expériences électro-physiologiques de BRUIN en Hollande, P. DUMONT en France, LINDEMANN en Angleterre et STERN à Vienne, sur les nerfs récurrents, HUSSON a montré que la vibration des cordes vocales n'est pas seulement un phénomène d'ordre élas

tique périphérique, mais est, en outre, un acte de pure physiologie nerveuse où les forces physiques en action au niveau de la glotte interviennent dans l'entretien de la vibration, mais ne jouent qu'un rôle secondaire, sinon nul, dans *la fixation de la hauteur* du son. Il est impossible de considérer la vibration comme un phénomène seulement physique; il lui manquerait alors la neuro-régulation centrale toujours constatée dans les moindres actes de la vie neuro-végétative et fonctionnelle, cette même neuro-régulation médullaire, corticale et bulbaire qui manque aux larynx artificiels. Il y a lieu d'admettre que l'activité neuro-musculaire nécessaire à la vibration est soumise à un contrôle du système nerveux central et même à un contrôle cortical en liaison avec les centres de l'audition. C'est ce que semble bien prouver une observation du Docteur TARNEAUD constatant l'absence de vibrations, *sans aucun trouble de la motilité laryngée*, chez une malade atteinte d'une névrite du pneumogastrique consécutive à une affection encéphalitique diffuse (cette observation sera rapportée plus loin).

C'est ce que semble bien prouver également l'existence des « *vibrations dites alternées* » décrites par CERTEL, puis par WEISS qui sont totalement inexplicables si l'on admet la thèse classique que la vibration des cordes vocales résulte d'un conflit d'ordre élastique au niveau de la glotte. Car « on ne comprend nullement comment une corde vocale pourrait s'écarter de la ligne glottique mé-

diane sous l'influence de la pression sous-glottique, alors que l'autre s'en rapprocherait ». (HUSSON. Vue synthétique des acquisitions de physiologie et de pathologie vocales dues à la laryngostroboscopie.)

PATHOLOGIE DE LA VIBRATION

Séméiologie des troubles de la vibration.

Le fait le plus frappant apparaissant lors de l'observation laryngo-stroboscopique de sujets atteints de troubles vocaux divers est la grande variété de modes vibratoires pathologiques des cordes vocales qui se révèlent. Pour la clarté de l'exposition, nous les classerons en fonction des différents éléments analysés dans la physiologie de la vibration. Si nous établissions entre eux une hiérarchie dans la gravité de l'atteinte fonctionnelle qui les détermine, nous devrions les ranger comme suit :

- 1) Les troubles de la fermeture glottique,
- 2) Les troubles de l'amplitude de la vibration,
- 3) Les troubles de la fréquence de la vibration,
- 4) Les troubles de la forme de la vibration.

Il nous semble plus conforme à l'expérience clinique de chaque jour de commencer par les troubles de la forme de la vibration, car c'est elle qui retient d'abord notre attention lors d'un examen laryngostroboscopique.

Dans un premier chapitre, nous parcourrons le chemin qui mène du symptôme à la maladie.

Dans un deuxième chapitre, nous résumerons en un tableau synoptique les modifications vibratoires que présentent les cordes vocales dans les principales affections laryngologiques et nous tâcherons de faire le point sur l'intérêt des signes stroboscopiques dans l'étude respective des maladies du larynx et de la voix.

Un chapitre à part traitera des altérations de la situation des cordes vocales, rendues plus visibles grâce à la stroboscopie, bien qu'elles ne fassent pas partie de la vibration pathologique proprement dite.

Enfin, avant d'entrer dans le vif de notre sujet, nous voudrions faire *deux remarques*:

— *La première*, déjà notée, mais sur laquelle nous ne saurions trop insister, est que ces troubles de *motilité* sont totalement inobservables au laryngoscope ordinaire et n'apparaissent qu'à l'observation stroboscopique. Au laryngoscope, les cordes gardent un aspect normal, et l'occlusion glottique en phonation paraît également réalisée de façon normale. Cependant, sous l'éclairage stroboscopique, le comportement des cordes vocales pendant leur vibration paraît troublé selon une grande variété de modalités possibles.

— *La 2^e* est que si, pour la précision de notre exposé, il convient d'analyser systématiquement et individuelle-

ment chaque anomalie vibratoire, il va sans dire que, dans la pratique, tous les éléments pathologiques de la vibration ou certains d'entre eux seulement peuvent coexister.

I. — LES TROUBLES DE LA FORME DE LA VIBRATION

La composante vibratoire verticale

Pour un œil exercé à la laryngostroboscopie, c'est une chose infiniment surprenante que de voir battre une corde de bas en haut, à la façon d'une anche libre. Car aussi bien dans le registre grave que dans le registre aigu, une corde vocale vibrante présente toujours, ainsi que nous l'avons vu, un mouvement transversal à composante horizontale. Cette composante verticale peut intéresser *toute la corde vocale*, c'est le cas de la paralysie récurrentielle, ou *seulement le bord interne* de la corde (vibration en drapeau), c'est le cas de la paralysie isolée du muscle crico-thyroïdien.

Un degré de moins dans la gravité, le battement de bas en haut est moins net, mais cependant encore beaucoup plus important que normalement et il s'agit alors d'une simple parésie des cordes vocales.

Enfin, la forme de la vibration sera modifiée chaque fois que la masse d'une ou des deux cordes vocales aura subi une variation lésionnelle.

LA COMPOSANTE VIBRATOIRE VERTICALE DANS LA PARALYSIE RÉCURRENTIELLE TOTALE

Dans l'examen laryngo-stroboscopique d'une corde dont l'intervatnon récurrentielle est lésée et *qui n'a pas subi d'atrophie secondaire*, le flottement de la corde dans la cavité laryngo-trachéale est maximum, la composante verticale est maxima (fig. 6). Il n'y a plus de translation

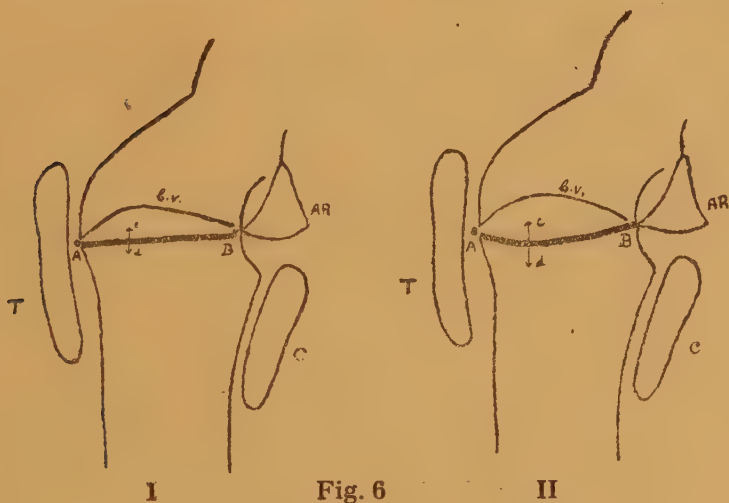


Fig. 6

LA COMPOSANTE VIBRATOIRE VERTICALE

I. — Composante vibratoire verticale normale:

L'excursion de la corde vocale de haut en bas atteint les limites de la double flèche *cd*.

La corde vocale est rectiligne.

II. — Composante vibratoire verticale pathologique:

L'excursion *cd* est augmentée;

La corde vocale hypotonique est affaissée.

T: cartilage thyroïde;

C: cartilage cricoïde;

AR: cartilage aryténoïde;

AB: corde vocale;

b.v.: relief de la bande ventriculaire.

latérale du thyro-aryténoïdien vers l'extérieur. Seul persiste un battement de haut en bas de la corde, qui peut, si l'on veut, être considéré comme une vibration, du fait qu'elle est rythmée à la fréquence du son émis (cette particularité tient simplement à ce que l'air expiré est coupé par l'autre corde vocale normale en vibration), mais qui ne réalise absolument pas la vibration convenable, avant tout caractérisée par la translation latérale du bloc constitué par le thyro-aryténoïdien et le ligament vocal.

Pour donner une idée de la fréquence avec laquelle on observe la composante vibratoire verticale dans la paralysie récurrentielle totale, il n'est que de consulter le rapport d'HEYMANN qui, dans ses observations systématiques en série, relate 7 fois sur 8 cas de paralysie récurrentielle un résultat stroboscopique anormal. Dans un seul cas, la fonction stroboscopique n'était pas troublée, mais aussi la voix était normale. Enfin, sur les 8 cas examinés, HEYMANN a noté 6 fois un ralentissement vibratoire. Par ailleurs, SEEMANN, KATZENSTEIN et TARNEAUD ont précisé que dans la paralysie récurrentielle totale la vibration est molle et flaccide.

En terminant, il importe de souligner que la composante vibratoire verticale s'apprécie d'autant mieux que la corde vocale paralysée n'a pas encore subi d'atrophie secondaire. Dans un cas recueilli tout récemment par le Docteur Edouard GARDE à l'hôpital Boucicaut, la vérification

stroboscopique du diagnostic de paralysie récurrentielle était restée litigieuse par suite d'une composante verticale insuffisamment nette. Or, cela tenait précisément à l'atrophie de la corde vocale gauche paralysée. Voici du reste cette observation :

Observation (communiquée par le Docteur GARDE) :

Le 10 juin 1941, M. V..., 66 ans, concierge, vient consulter dans le service O. R. L. du D^r Moulonguet à l'hôpital Boucicaut pour « enrouements fréquents depuis 1 an ». Ces enrouements se reproduisent d'une façon périodique, surtout l'été; ils sont d'intensité variable et vont jusqu'à l'aphonie quasi-totale, comme cela s'est produit il y a 1 semaine. Dans leur intervalle, il y a retour presque complet à l'intégrité vocale fonctionnelle (appréciée du point de vue auditif).

L'interrogatoire ne nous apprend rien de plus particulier qui puisse orienter ultérieurement le diagnostic du point de vue étiologique.

L'examen laryngoscopique montre l'immobilisation de la corde vocale gauche en position paramédiane. On pratique alors l'examen stroboscopique qui révèle un aspect vibratoire quelque peu déroutant pour une paralysie récurrentielle. L'explication devait en être fournie par les résultats d'un 2^e examen stroboscopique pratiqué par le Docteur TARNEAUD et constatant :

1. L'atrophie de la corde vocale gauche qui présente une certaine concavité de son bord libre;

2. L'atrophie de l'hémi-larynx gauche si marquée que l'apophyse vocale homolatérale fait saillie dans la lumière glottique;

3. La réduction des vibrations;

4. L'absence de dénivellation entre les deux cordes.

Ces caractères signent l'ancienneté de cette paralysie de l'hémilarynx gauche.

En outre, du fait des efforts vocaux, la corde vocale droite est œdématisée et les vibrations donnent l'aspect normal de tremblement.

L'examen radiologique cardio-pulmonaire n'a fourni aucun renseignement complémentaire d'ordre étiologique.

Accessoirement, signalons la facilité de la rééducation vocale (MATHEY. Traitement phoniatrique de la paralysie récurrentielle, Thèse de Paris, 1936) dans un cas comme celui-ci où il n'y a pas de dénivellation marquée d'une corde par rapport à l'autre.

Cette observation est instructive à différents titres et entre autres parce qu'elle nous montre les difficultés de la laryngostroboscopie et le sens critique qu'elle exige du laryngologiste.

Ainsi, dans le cas que nous venons de relater, on cherchait la composante vibratoire verticale, mais elle ne pouvait qu'être peu apparente du fait de l'atrophie secondaire de la corde vocale paralysée. On était surpris d'autre part du peu de différence entre les modes vibratoires des deux cordes vocales; mais cela tenait au fait que la corde vocale droite œdématisée n'avait pas elle-même une vibration normale: son aspect, « empâté » en quelque sorte par

l'œdème, était celui du tremblement. L'image stroboscopique demande donc à être interprétée. Or, certains ont voulu réclamer du stroboscope qu'il donne, non seulement le symptôme, mais encore le diagnostic.

L'observation ci-dessus nous fait comprendre le mal-fondé d'une pareille exigence et replace en leur juste milieu les services que l'on est en droit d'attendre de la laryngostroboscopie. Elle n'est pas comme ces appareils où il suffit de mettre une pièce de 1 fr. pour obtenir à nos questions une réponse, au demeurant fausse. Bien loin d'en dispenser, sa pratique réclame et développe au contraire le sens clinique et le sens critique. Ce serait rendre à la cause de la stroboscopie un funeste service que d'en faire un « deus ex machina » tout puissant et stupide, car en biologie rien n'est mathématique.

LA COMPOSANTE VIBRATOIRE VERTICALE DANS LA
PARALYSIE DU MUSCLE CRICO-THYROÏDIEN OU LA
« VIBRATION EN DRAPEAU » DE TARNEAUD

Dans la paralysie isolée du muscle crico-thyroïdien, l'immobilisation convenable des points d'attache de la corde vocale n'est plus assurée. En phonation, la corde paraît flasque et courte du fait de la perte de la contre-contraction fournie par le muscle crico-thyroïdien au muscle thyro-arténoïdien, et aussi du fait du rapprochement de l'aile du cartilage thyroïde avec le bord supérieur du cartilage cricoïde.

L'observation stroboscopique permet de constater que dans la paralysie du muscle crico-thyroïdien, la translation latérale de la corde vocale persiste, et que seule une plus ou moins grande partie du bord libre du ruban vocal paraît flotter. La composante verticale vibratoire n'intéresse pas, comme dans la paralysie récurrentielle, toute la corde vocale. Réduite seulement au bord interne de la corde, elle ressemble alors au flottement d'un drapeau au vent, et réalise la « vibration en drapeau » de TARNEAUD dont l'aspect est caractéristique.

LA COMPOSANTE VIBRATOIRE VERTICALE DANS LES PARÉSIES DES CORDES VOCALES

Dans les parésies des cordes vocales, la corde hypotonique s'affaisse. Elle présente une concavité supérieure au temps du repos et pendant la vibration un relâchement tel que son battement de haut en bas est beaucoup plus important que normalement. C'est cet aspect que doit évoquer désormais l'expression, du reste erronée, de « corde détendue » si fréquemment employée par les laryngologistes et les malade. D'ailleurs, on ne doit plus se contenter de dire qu'une corde est détendue, puisque l'expression de tension des cordes vocales donne lieu à méprise, du fait que l'on s'est longtemps imaginé qu'il existait, au moment de la phonation, un écartement de la corde entre son attache antérieure thyroïdienne et son attache posté-

rieure aryténoïdienne. Or, nous l'avons vu au chapitre de la physiologie de la corde vocale, cet écartement, cette tension à laquelle on a cru longtemps est inexistante.

En conclusion, répétons que la parésie des cordes vocales, c'est-à-dire l'affaiblissement de la contractilité des muscles thyro-aryténoïdiens, se traduit au stroboscope par l'existence d'une composante verticale durant le mouvement vibratoire. Il n'est pas possible de confondre le mouvement vibratoire normal du registre grave qui donne l'impression d'un bourrelet animé de battements latéraux avec la perte de tension de la corde vocale, parce que, dans le registre grave, la composante verticale vibratoire est inapparente.

Etiologie

La contractilité des cordes vocales peut être altérée par :

1. *Les lésions inflammatoires de la corde même :*
laryngite aiguë, laryngite chronique.

2. *Les variations chronaxiques de l'influx nerveux qui*
s'observent dans :

les akinésies dues aux maladies du système nerveux central :

- chorée, ,
- sclérose en plaques,
- paralysie,
- troubles psychiques et hystériques;

les *dyskinésies*, c'est-à-dire lors du dérèglement de l'automatisme acoustico-phonatoire;

les atteintes des branches motrices des nerfs IX, X, XI, XII qui assurent la contractilité des divers muscles coopérant à la mise en position phonatoire des cordes vocales.

3. Les parésies musculaires de tout le système fixateur des attaches des cordes vocales. L'hypotonicité musculaire peut résulter :

d'un état général déficient :

- anémie,
- tuberculose générale,
- convalescence, etc...

d'un trouble vasculo-sanguin :

- dystonie sympathique,
- dysendocrinie,
- modifications sanguines (anémie par exemple),
- variations du pH,
- hyposurréalisme,
- maladie d'Addison.

d'une cause locale : attrition musculaire, ou inflammatoire de voisinage :

- thyroïdite,
- amygdalite,
- pharyngite,

ceci en conformité de la loi de Stokes-Adam.

4. Des affections touchant les différentes articulations du larynx.

AUTRES MODIFICATIONS DE LA FORME DE LA VIBRATION

Chaque fois que la masse d'une ou des deux cordes vocales aura subi une variation lésionnelle, la forme de la vibration sera encore modifiée. L'infiltration, l'œdème des parties constituant de la glotte détermineront, en fonction de leur étendue et de la gravité de la lésion, des anomalies non seulement d'ailleurs de la forme, mais encore des autres éléments de la vibration : amplitude et fréquence. Et cette constatation nous ramène à la remarque faite au début de ce chapitre, à savoir que « si pour la précision de notre exposé, il convient d'analyser systématiquement et individuellement chaque anomalie vibratoire, dans la pratique tous les éléments pathologiques de la vibration ou certains d'entre eux seulement peuvent coexister ».

II. — LES TROUBLES DE L'AMPLITUDE DE LA VIBRATION

Il en existe trois variétés :

- 1) La diminution lésionnelle de l'amplitude.
- 2) La diminution non lésionnelle de l'amplitude,
- 3) L'augmentation de l'amplitude.

1° DIMINUTION LÉSIONNELLE

1^{re} Loi générale.

Toute modification de la masse d'une corde vocale influe sur le processus vibratoire. C'est ainsi que les lésions infiltrantes et œdémateuses diminuent la capacité de la vibration. A ce propos, il y a lieu de souligner à la suite de TARNEAUD que :

— « *Les altérations hautes de la trachée dans sa portion sous-glottique dont l'examen visuel est particulièrement difficile, donnent des signes stroboscopiques du fait de la modification en direction de la pression sous-glottique. Il en résulte une diminution d'amplitude de la corde sus-jacente ainsi qu'une variation dans la situation des parties constituant de la glotte.* »

Au niveau de la glotte,

lorsqu'il existe :

- une *lésion unilatérale*, la corde touchée présente en comparaison de sa congénère :
- une vibration moins ample et moins intense,
- une certaine dénivellation ;
- Si la *lésion est bilatérale*, les mouvements vibratoires seront modifiés plus ou moins, en fonction de l'intensité et de la localisation du processus lésionnel.

Lorsque, à l'examen stroboscopique, nous apercevons que la vibration a disparu ou est diminuée dans de fortes proportions au niveau de l'infiltration de la corde, nous pouvons en déduire que celle-ci est déjà importante et qu'elle atteint certainement la portion sous-glottique. En conséquence, *le diagnostic peut s'affirmer plus facilement.*

En somme, après DAHMANN, STERN, HEYMANN et TARNEAUD, nous dirons que l'observation stroboscopique permet le *diagnostic précoce* d'un grand nombre d'affections du larynx. En effet, avec le seul miroir laryngé, l'observation se fait en phonation sur une corde vocale floue, parce qu'animée de mouvements vibratoires. Au contraire, en stroboscopie, elle se fait sur un larynx où l'aspect de la corde vocale apparaît net et précis.

2^e Loi générale.

Toute infiltration d'une corde vocale se révèle d'abord par un simple trouble de la capacité vibratoire observable seulement à la stroboscopie.

C'est pour le *diagnostic de la tuberculose du larynx au début* que la stroboscopie est apparue comme susceptible de donner ultérieurement des résultats particulièrement intéressants. Ainsi HEYMANN a noté dans 7 cas sur 8 que la « phtisie laryngée » se manifestait par une différence vibratoire importante :

— Dans 3 cas, arrêt vibratoire d'une corde vocale.

— Dans 1 cas, disparition de la vibration normale après guérison du processus (possibilité d'un diagnostic rétropectif?)

— Dans 1 cas, augmentation de la différence vibratoire entre les 2 cordes à la suite d'une réaction inflammatoire après cautérisation.

— Dans 1 autre cas, *une tuberculose du larynx au stade initial se manifestait au stroboscope alors qu'au miroir laryngoscopique elle n'était pas encore visible.*

— Enfin, dans 4 cas où l'examen stroboscopique était négatif, c'est-à-dire ne montrant ni différence vibratoire notable, ni arrêt d'une corde vocale, l'observation ultérieure a exclu l'hypothèse d'atteinte tuberculeuse du larynx.

Et HEYMANN s'exprime ainsi pour terminer: « Un examen stroboscopique négatif devrait exclure l'hypothèse d'atteinte tuberculeuse ou tout au moins faire conclure que la tuberculose du larynx se trouve encore au stade du début ». Pour nous, il nous semble plus sage et plus

modéré de conclure avec STERN : « Bien qu'un examen stroboscopique négatif ne constitue pas une preuve différentielle de l'absence d'affection tuberculeuse du larynx, nos observations nous ont toutefois donné cette conviction qu'un contrôle laryngostroboscopique constant est d'une grande utilité pour le diagnostic des affections du larynx suspectes de tuberculose. »

« Ce sont là, pensons-nous, des constatations qui sont en tout cas extrêmement importantes et que l'on ne pourra laisser de côté à l'avenir. Mais qu'elles aient besoin d'être précisées, encore, c'est un point sur lequel il n'est pas besoin d'insister particulièrement. »

Les laryngites catarrhales aiguës et chroniques déterminent d'une façon générale un affaissement et une irrégularité de la capacité vibratoire.

A leur propos, HEYMANN publie la *statistique* suivante:

Statistique de HEYMANN:

- *Laryngite aiguë*: importance secondaire de la stroboscopie; les patients ne peuvent former de sons.
- *Laryngite subaiguë*: résultat anormal dans la moitié des cas dont les deux tiers avaient la voix couverte, 25 % des cas ne donnent rien.
- *Laryngite chronique*: aspect stroboscopique anormal dans un tiers des cas dont la moitié avait la voix couverte, 25 % des cas ne donnent rien.

Dans plusieurs cas, les différences vibratoires originel-

lement observées disparaissaient ainsi que les irrégularités avec l'amélioration et le retour à la voix claire.

Tandis que les laryngites catarrhales aiguës, subaiguës et chroniques déterminent un affaissement et une irrégularité de la capacité vibratoire, l'*œdème* des cordes vocales se traduit par leur agitation molle et tremblotante.

Pour ce qui est des *infiltrations laryngées* autres que la tuberculose sur laquelle nous avons insisté, c'est-à-dire pour les infiltrations dues à la *syphilis* et au cancer la stroboscopie décèle une diminution de l'amplitude et aussi de l'intensité vibratoire. Aux lésions localisées correspond une restriction vibratoire importante; aux lésions étendues, l'absence de vibration, ou une inégalité de fréquence vibratoire entre les deux cordes pour un son donné. C'est ce qui ressort également des statistiques d'HEYMANN. En somme, dans ces affections, les résultats stroboscopiques ne font que compléter les résultats laryngoscopiques sans enrichir autrement nos possibilités de diagnostic.

Dans les traumatismes subis par le larynx, la vibration est forcément réduite; le fait du reste est sans intérêt spécial. Après l'*exérèse d'un polype ou d'un fibrome* d'une corde vocale, celle-ci, gonflée, ne vibre plus, comme TARNEAUD a pu le constater maintes fois. Cependant, la vibration réapparaît avec la disparition de l'infiltrat séro-hémorragique et la cicatrisation. A l'appui de cette opinion, HEYMANN rapporte un cas analogue où, 8 mois après

l'ablation d'un polype localisé sur la corde vocale gauche, il observait qu'aucune vibration de cette corde n'apparaissait. Après 8 autres mois, le larynx étant guéri, ce phénomène avait disparu.

Enfin, si la corde a subi un processus de rétraction atrophique important, sa capacité vibratoire reste diminuée.

Dans le coup de fouet laryngien, les auteurs s'accordent à reconnaître que l'hémorragie peut être soit intra-musculaire, soit superficielle. Dans l'établissement du pronostic, la stroboscopie rend service, car l'infiltration hématique et intra-musculaire donnera toujours un arrêt vibratoire, alors qu'une hémorragie de surface sera seulement accompagnée d'une diminution du comportement vibratoire.

2° DIMINUTION NON LÉSIONNELLE DE L'AMPLITUDE

Etiologie et pathogénie.

Lorsqu'aucune lésion n'est constatée au niveau du larynx et qu'à la stroboscopie les battements sont réduits, diverses causes peuvent être incriminées. Le diagnostic étiologique et pathogénique exige alors l'examen somatique général et neuro-psychique. Cette nécessité s'impose d'ailleurs pour toutes les affections laryngologiques en général. M. le Professeur LEMAITRE enseigne que tout examen oto-rhino-laryngologique doit prendre place dans le cadre d'un examen général, ce qui peut encore se traduire par cet aphorisme, si souvent répété et si souvent

méconnu en pratique, qu'il ne faut pas être spécialiste, mais spécialisé.

Quoiqu'il en soit, on constate la réduction de la vibration dans les affections suivantes :

a) — Les spasmes ou contractures laryngées causées par des affections du système nerveux central :

- tabès,
- sclérose en plaques,
- paralysie générale.

b) — Les spasmes ou contractures dus à des irritations récurrentes :

- stridor laryngé,
- troubles du thymus chez l'enfant,
- adénopathies médiastinales,
- ectasies aortiques,
- lésions pulmonaires.

c) — Les hypertonies réflexes dues à des affections organiques extra-laryngées :

- troubles gastro-intestinaux.
- rhino-sinusites,
- amygdalites,
- pharyngites aiguës et chroniques.

d) — Les perturbations d'ordre psycho-moteur : dans ce paragraphe rentrent diverses manifestations laryngées et vocales qui étaient englobées autrefois sous l'appellation d'aphonie hystérique.

e) — *Les dyskinésies d'ordre éducatif, les troubles motionnels et les troubles réactionnels de TARNEAUD :* dans ce domaine essentiellement phoniatrique, les acquisitions dûes à la stroboscopie pourraient faire à eux seuls l'objet d'une thèse entière. C'est assez dire que nous n'avons ni la prétention ni la possibilité d'être complet. Pour les définir, nous ne pouvons mieux faire que de citer TARNEAUD: « Si par l'éducation de la voix, on a imposé au larynx un effort inconsidéré et non coordonné avec la pression expiratoire ou avec l'accommodation des cavités de résonance, il en résulte toute une catégorie de troubles vocaux dénommés par TARNEAUD *motionnels* quand ils sont dus à une pression sous-glottique disproportionnée, à une dysharmonie entre le larynx et la soufflerie, et *réactionnels* quand ils proviennent d'un désaccord entre le travail vibratoire du larynx et l'adaptation convenable des cavités de résonance.

La diminution de l'amplitude vibratoire peut atteindre une seule corde, par exemple la gauche, dont la course apparaît plus petite qu'à droite, ou elle peut atteindre les deux cordes vocales de façon égale ou inégale. La diminution d'amplitude peut se manifester sur toute la tessiture ou n'être visible qu'en certaines régions de cette tessiture, « îlots vocaux », selon l'expression de STERN; mais chez les chanteurs, ces troubles de l'amplitude se voient à la stroboscopie, surtout au voisinage des passages de la voix

ou fréquences critiques du couplage laryngo-pharyngien; en concordance, la voix est « serrée », le son écrasé, suivant les termes habituellement employés.

Les troubles motionnels de TARNEAUD résultent d'un entretien défectueux de la vibration des cordes vocales sous l'action de la pression sous-glottique, c'est-à-dire d'un manque d'équilibre ou de coordination entre :

- la pression sous-glottique,
- l'élasticité des cordes vocales.

Ces déséquilibres ou incoordinations peuvent être *constitutionnels* (c'est sous cet aspect qu'ils ont été signalés pour la première fois par MOURE et BOUYER en 1907) ou *acquis*.

Etiologie des troubles motionnels.

Quoiqu'il en soit, les troubles motionnels reconnaissent trois origines essentiellement distinctes et d'importance très différente :

1° Les troubles motionnels de TARNEAUD résultent d'un le larynx ou modification de la hauteur habituelle d'intonation: ces troubles s'observent chez les personnes qui parlent sur une hauteur tonale très éloignée de leur hauteur d'intonation normale, et chez les chanteurs présentant un déclassement vocal (chez ces derniers, ce trouble motionnel s'accompagne presque toujours d'un trouble réactionnel).

2° Troubles motionnels par hyperpression sous-glotti-

que ou troubles de l'intensité vocale : nous les mentionnons à cette place parce que ce sont des troubles motionnels, mais nous signalons qu'ils s'accompagnent, non d'une diminution, mais d'une augmentation de l'amplitude vibratoire.

3° Troubles motionnels par hypopression sous-glottique.

Les troubles réactionnels de TARNEAUD.

Remarquablement étudiés par TARNEAUD, les troubles réactionnels donnent lieu à des désordres vibratoires marqués. Ils résultent d'un désaccord entre les résonateurs et la vibration laryngée. Comme toute mauvaise technique imposée à un organe vocal se traduit d'abord par une altération de la vibration, on observe que les cordes vibrent avec une amplitude réduite et que même dans certains cas en voix de poitrine, la partie vibrante ne comprend que le segment interne des cordes vocales au lieu d'intéresser leur masse entière.

Etiologie: Dans la majorité des cas de désaccords pharyngo-laryngés provoqués par l'enseignement ou la pratique d'une technique vocale défectueuse, il s'agit :

a) de larynx maintenu haut par le jeu des muscles ex-trinsèques; le résonateur pharyngien est alors de volume trop petit et la contraction de ses parois diminue son amortissement;

b) d'une mauvaise accommodation des muscles déli-

mitant l'espace de Parkinge ou résonateur pharyngien ainsi que des muscles qui y sont inclus: épiglotte langue, constricteurs pharyngiens, voile du palais, vestibule laryngé;

c) d'un déclassement vocal ne permettant pas le fonctionnement optimum du couplage laryngo-pharyngien;

d) d'une non-exécution, ou d'une exécution incorrecte des passages.

Nous allons envisager successivement chacune de ces causes de troubles réactionnels en apportant à l'appui un certain nombre d'observations recueillies et résumées par le Docteur TARNEAUD, avec leur diagnostic phoniatrique.

Troubles réactionnels dus à l'emploi de positions laryngées hautes dans le chant

OBSERVATION.

Mlle F., soprano-lyrique, vue en mars 1933, étudie le chant depuis 3 ans. A la suite de difficultés d'émission, elle fut traitée par un laryngologiste qui institua des injections intra-laryngées d'huile goménolée ainsi que des badigeonnages des cordes.

A l'écoute, ce sujet ne peut plus émettre une note correctement et à partir de Si 3, nous constatons à l'endoscopie une constriction pharyngée intense ainsi qu'une *notable élévation du larynx*.

Elle se plaint d'ailleurs de douleurs musculaires de la région cervicale, d'irritation constante et de toux.

A la *stroboscopie*, on voit nettement dans le grave comme dans

l'aigu une diminution nette de l'amplitude vibratoire de la corde vocale gauche.

Diagnostic phoniatrique: trouble de la vibration et de l'accommodation pharyngée résultant d'une élévation systématique du larynx avec contraction intense des parties constituantes du résonateur pharyngien. Le dérèglement du couplage laryngo-pharyngé est dû à une éducation défectueuse de la voix chantée. Seule une orthophonie bien conduite et surveillée peut remédier à cet état et rendre au sujet sa capacité vocale.

Troubles réactionnels par mauvaise accommodation du pharynx

OBSERVATION.

Mme V..., soprano léger, que nous avons entendue autrefois dans un grand théâtre, possédait une excellente quinte aiguë et un médium un peu faible.

Elle vient nous consulter en octobre 1939; son aigu est devenu difficile; elle ne peut plus remplir ses rôles. Elle nous apprend qu'elle fut opérée en 1930 d'un nodule de la corde vocale gauche. Ensuite, elle reprit sa place au théâtre. Après avoir joué « Louise » et « Marguerite », elle eut de nouveau une telle fatigue vocale qu'elle dû s'arrêter.

A ce moment, il lui fut conseillé de rééduquer son émission par l'emploi de la « langue tirée ». Comme son état vocal ne s'améliorait nullement, elle fut examinée successivement par trois laryngologistes qui lui déclarèrent ces temps derniers, sans faire d'examen stroboscopique, que ses cordes vocales étaient parfaites, donc qu'elle pouvait chanter.

Or cette artiste sait pertinemment qu'elle ne peut émettre aucun son convenable à partir du La 3. A partir du Mi 4, rien ne sort; ce ne peut être sans raison valable.

La stroboscopie nous révèle un flottement net du bord libre des deux cordes vocales plus marqué à droite, de sorte que pendant l'émission on voit les cordes vocales prendre contact en deux points différents. Il s'agit là d'une atteinte de la tension des rubans vocaux.

En outre, le dommage laryngé s'explique par *la fermeture quasi complète de l'espace de Purkinge*: la langue est en arrière; les parois pharyngées sont contractées au maximum.

C'est à peine si l'on peut discerner le jeu vibratoire des cordes vocales. Ceci se constate à partir du La 3 et augmente de proportion avec la montée de la gamme.

Diagnostic phoniatrique: dérèglement marqué du couplage pharyngo-laryngé par désaccord entretenu du résonateur pharyngien. Pour remédier à l'insuffisance de l'émission des notes aiguës causée par le désaccord du pharynx, le sujet a « forcé », son vibreur, déterminant un état parétique des cordes vocales.

En plus, on a conseillé l'emploi de positions laryngées hautes, ce qui ne pouvait qu'aggraver le trouble réactionnel.

La récupération vocale est possible; elle dépend des possibilités de compréhension et de bonne volonté du sujet; elle est subordonnée aux conseils du laryngologiste et au travail raisonné de rééducation musculaire sous la direction d'un maître de chant possédant les connaissances requises.

Bien que nous n'ayons pas d'observation à en rapporter, il y a lieu de signaler avec TARNEAUD une autre cause de

désaccord du pharynx, beaucoup plus rarement observée, qui est l'emploi de *positions laryngées exagérément basses*. Le résonateur pharyngien a dans ces conditions un volume trop grand. Renforçant un son plus grave que celui émis par le larynx, ou plus grave que l'harmonique du son du larynx qu'il devrait normalement renforcer, il exerce sur le vibrateur laryngien une réaction qui tend à faire baisser le son du larynx. Le chanteur a une tendance à chanter bas, surtout dans les sons « piano » et au voisinage du « passage », et il est ainsi conduit à « pousser ». Là encore il y a altération de la vibration des cordes vocales.

Troubles réactionnels par déclassement vocal

Il peut s'agir ::

1° Soit de déplacement de la tessiture normale vers l'aigu (baryton à qui l'on fait chanter les ténors par exemple; mezzo transformée en soprano, etc...) ou d'exagération de l'emploi d'une tessiture vers l'aigu.

2° Soit de déclassement d'emploi vers une voix plus légère (ténor demi-caractère auquel on fait chanter les ténors légers; soprano dramatique, transformée en soprano léger, etc...).

Dans les 2 cas, le désaccord vocal essentiel vient encore originellement d'un larynx maintenu trop haut dans l'émission et par conséquent d'un résonateur pharyngien contracté et réduit en volume.

OBSERVATION.

Mme P..., classée soprano léger, étudie le chant depuis 5 ans; elle a un état général excellent. Elle vient nous consulter en mai 1932 pour un « voile dans le médium » et une difficulté de ses « pianissimo ». A l'écoute, ses notes Ré 4, Mi 4, Fa 4, sont étouffées, son aigu est pincé, amenuisé, « trop en tête » comme disent les chanteurs.

Soignée depuis un an, on lui a découvert récemment un nodule double de la corde vocale et on lui a conseillé une opération.

A l'examen *stroboscopique*, on constate un léger renflement sessile des deux cordes vocales, à la jonction de leur 1/3 antérieur et de leurs 2/3 postérieurs. La partie postérieure des cordes est notablement écartée en forme de triangle allongé à base ary-ténoïdienne. Pas de jonction des cordes, même dans le grave. Les vibrations sont d'aspect normal, sauf sur Si 3, Do 4, où elles paraissent diminuées.

En outre, l'examen vocal et la conformation anatomo-physiologique nous confirment que ce sujet ne présente pas les caractéristiques d'un soprano léger, mais d'un soprano dramatique.

Diagnostic phoniatrique: trouble réactionnel par déclassement vocal vers une voix trop « claire » et insuffisamment « volumineuse ». Résonances pharyngées trop aiguës par rapport au son du larynx.

La réaction sur le vibrateur a déterminé une parésie des adducteurs, puis l'altération signalée du bord libre des cordes par un forçement vocal.

Le reclassement et le traitement orthophonique approprié ont fait disparaître en 45 jours l'altération laryngée et ont permis une récupération vocale convenable.

Troubles réactionnels par non-exécution du passage

TARNEAUD a montré comment les « passages » de la voix devaient être considérés, conformément à la théorie de TONNDORF-WEISS et en accord avec l'ensemble des phénomènes vocaux observés, comme les « fréquences critiques » du système couplé réalisé par le vibreur laryngo-trachéal et le résonateur pharyngo-buccal. Le couplage obéit alors aux lois de WIEN relatives aux systèmes couplés possédant des caractéristiques mécaniques (amortissement, entretien, etc...) de même nature, et « les fréquences critiques » (ou registerbruchstellen) qu'il présente ne sont pas autre chose que les resonanzbruchstellen des modèles mécanico-acoustiques qui lui sont comparables. Lorsqu'un chanteur n'exécute pas un « passage » au point voulu de la tessiture, et par exemple qu'il continue à « ouvrir » une voyelle au delà de la limite connue, il se produit à ce moment un certain nombre de phénomènes :

1. Le résonateur pharyngien, trop petit, a pour « son propre » un son sensiblement plus aigu que l'harmonique du son laryngien qu'il devrait renforcer normalement. Le son est très clair, quelquefois blanc.

2. La contraction intense du pharynx augmente la rigidité de ses parois, donc diminue son amortissement et le couplage laryngo-pharyngien devient plus étroit. Dès lors, la réaction du résonateur pharyngien sur le larynx

augmente d'intensité. Il y a désaccord croissant entre les forces motionnelles qui imposent au larynx la fréquence d'émission et les forces réactionnelles qui l'attirent vers une fréquence plus aiguë. Il en résulte un son souvent chevrotant et incertain en hauteur, ainsi que diverses sensations anormales de tension et de chatouillement que le chanteur perçoit au niveau de son larynx.

A ce stade, la voix est un peu blanche dans tout le registre aigu, légèrement voilée, un peu gutturale sur les notes de passage.

Lorsque le trouble s'accuse, ces phénomènes, qui ne s'observent d'abord que sur les notes de passage mal émises, finissent par s'étendre de proche en proche à tout le registre aigu, puis à toute l'étendue de la voix. La voix devient rauque, stridente dans l'aigu, qui ne peut plus être chanté piano et d'émission de plus en plus pénible. L'observation stroboscopique révèle alors des troubles plus étendus et qui varient suivant les sujets.

OBSERVATION.

Dans cette observation assez complexe, la non-exécution des passages s'accompagne d'un déclassement vocal avec position haute du larynx.

M. L..., ténor, élève au Conservatoire de Paris, 23 ans, vient consulter, le 23 juin 1934, à l'Hôpital Bellan, pour difficultés vocales dans l'aigu. Il les attribue à un coup de froid. Bon état

général. Respiration ample. Perméabilité nasale excellente. Aucune atteinte catarrhale des voies respiratoires supérieures.

L'audition révèle une technique vocale nettement défectueuse. Dans le grave, la voix est blanche, gutturale. Le médium est serré, très timbré, strident, dépourvu de volume. Le sujet monte la gamme sur A sans « couvrir le son » vers le mi 3: il « ouvre » jusqu'en haut et parvient ainsi avec des sons secs et écrasés jusque vers le la 3 qu'il ne peut dépasser. Picotements au niveau du larynx, râclements, sensation de tension. Comme nous lui faisons remarquer l'intérêt primordial d'exécuter un passage vers le mi 3 ou le fa 3, pour un ténor, le sujet répond que lui, chanteur, estime que « la voix ne doit présenter aucun passage » et déclare que « c'est précisément l'homogénéité de sa voix sans passage qui constitue sa qualité ».

Au laryngoscope, on note : larynx de baryton, maintenu très haut pendant l'émission; cordes longues et larges, serrées l'une contre l'autre et boudinées; pharynx spacieux, anormalement contracté pendant l'émission des sons surtout dans l'aigu.

Au stroboscope, les cordes vocales apparaissent comme étroitement accolées l'une à l'autre; leur partie médiane, seule, vibre, avec une amplitude d'ailleurs très faible; leurs extrémités antérieures et postérieures sont immobiles et fortement accolées.

Diagnostic phoniatrique: émission défectueuse avec larynx trop haut, passage non exécuté et déclassement vocal. De toute évidence, ce sujet ne pourra effectuer une carrière lyrique dans ces conditions. Il n'a pu participer en juillet 1934 aux examens de fin d'année.

3° AUGMENTATION DE L'AMPLITUDE VIBRATOIRE.

Lorsqu'on observe une amplitude inhabituelle de la vibration, ce fait est dû soit à l'augmentation de la pression sous-glottique, soit à la faiblesse de la contractilité des muscles thyro-aryténoïdiens, ou encore à la réunion de ces deux causes.

L'augmentation d'amplitude due à la pression sous-glottique s'explique ainsi : l'écartement des thyro-aryténoïdiens est forcément plus grand lors du cri, dans le hoquet, dans le coup de glotte, dans les staccati, parce qu'il est conditionné par une fermeture glottique plus prolongée et l'établissement d'une pression trachéale plus grande. De ce fait, le travail exigé par les muscles glottiques est voisin de l'effort; prolongé, il détermine une hypotonie musculaire des thyro-aryténoïdiens.

OBSERVATION (Recueillie par le D^r TARNEAUD).

Mme T... a longtemps travaillé le chant en mezzo-soprano. Elle se plaint d'une contracture musculaire des 2 côtés du cou à partir du do 4, en même temps que le son s'étrangle et s'amincit.

Aucune altération organique; fonctionnement normal de la respiration. Dans le grave, pharynx en bonne position. Dans l'aigu, serrage du pharynx et élévation anormale du larynx.

Les vibrations des cordes vocales ne sont pas altérées, mais dans l'aigu sont très augmentées d'amplitude.

A partir du do 4, plus de conduction vibratoire dans les os de

la face, malgré l'application correcte du voile du palais à la paroi pharyngée postérieure.

Diagnostic phoniartique: La contracture ressentie et les difficultés vocales accusées sont de même cause : une élévation anormale du larynx dans l'aigu et une diminution de volume importante du résonateur pharyngien qui dérèglent le couplage laryngo-pharyngé. A la réaction défavorable du pharynx, le sujet oppose *un puissant effort de souffle* : d'où le phénomène paradoxal de TARNEAUD, c'est-à-dire *une amplitude inaccoutumée des vibrations* laryngées, coïncidant avec une indigence de l'intensité des sons émis.

Le traitement orthophonique est seul indiqué, et donne des résultats immédiats.

Le *poitrinage*, c'est-à-dire le grossissement du son dans le grave, ou la trop grande étendue de ce grave dans l'échelle tonale, se caractérise également par une augmentation de l'amplitude vibratoire sur les notes incorrectement émises.

La faiblesse de la contractilité des cordes vocales est également un facteur important de l'augmentation d'amplitude vibratoire. Nous l'avons étudiée particulièrement dans les troubles de la forme de la vibration.

Avant de clore ce chapitre, nous voudrions revenir pour y insister sur une remarque déjà faite, à savoir qu'il est difficile et artificiel de dissocier les différents éléments (forme, amplitude, fréquence, fermeture glottique) qui composent la vibration des cordes vocales. En pathologie

vibratoire peut-être plus qu'ailleurs, et la lecture des observations ci-dessus rapportées le fait bien ressortir, il y a intrication très étroite entre les symptômes, les causes et les effets.

Par ailleurs, qu'il nous soit permis d'attirer l'attention des laryngologistes sur l'intérêt de la stroboscopie pour le classement des voix, la rationalisation et la surveillance de l'enseignement vocal. Qu'est-ce que « poser une voix » en effet, demande TARNEAUD, sinon stabiliser dans un organe vocal un mode particulier d'utilisation du couplage laryngo-pharyngien ? L'étude des troubles réactionnels fait toucher du doigt *les deux vices profonds dont souffre l'enseignement du chant en France* : d'abord la *recherche systématique de la voix claire* qui ne peut être obtenue, comme HUSSON l'a démontré, qu'au prix d'un désaccord plus ou moins grand du couplage laryngo-pharyngien ; ensuite *la non-exécution des passages de la voix*, phénomènes physiologiquement cependant normaux dont l'apparition est conforme aux lois générales des systèmes couplés analogues à notre organe vocal. Si maintenant l'on nous objecte que de pareils objets sont peut-être un peu étrangers à la laryngologie, nous répliquerons que rien de ce qui touche à la santé physique et morale d'un être ne doit être étranger au médecin, fût-il laryngologiste.

La voix est une fonction comme les autres, obéissant à des lois, le chant une profession comme les autres, ayant

ses maladies propres: pour elles, comme pour les autres maladies professionnelles, il existe désormais une prophylaxie établie, sur des bases scientifiques. L'ignorer ou se refuser à le reconnaître en couvrant cette ignorance ou ce refus sous les expressions amphigouriques de malmenage ou de surmenage vocal, serait commettre une erreur du triple point de vue scientifique, moral et social.

III. — *LES TROUBLES DE LA FREQUENCE*

INTRODUCTION — AVEU

C'est le chapitre le plus délicat et le plus complexe de la pathologie laryngostroboscopique et en toute honnêteté comme en toute rigueur scientifique, nous devons reconnaître qu'en ce domaine les acquisitions dûes à la stroboscopie sont encore peu nombreuses en regard des problèmes soulevés. Les observations sont rares, leur interprétation difficile... à cause de leur rareté même. Et nous tournons dans un cercle vicieux, car d'un côté une observation vaut surtout par son interprétation, et de l'autre l'interprétation présuppose l'examen critique d'un grand nombre d'observations, bases fondamentales de toute pathogénie digne de ce nom. Or les preuves (et l'épreuve!) du temps et du nombre nous font encore un peu défaut.

Enfin les questions relatives aux troubles de la fréquence ont été longtemps mal posées, si mal posées qu'elles ont failli aiguiller tout le problème stroboscopique sur une fausse voie. Il y eut d'abord la controverse entre les tenants de l'arrêt apparent et les champions de l'arrêt réel des cordes vocales. Puis certains conciliateurs (l'enfer est pavé de bonnes intentions!) suggérèrent qu'en matière de

troubles de la fréquence il y avait peut-être lieu, pour expliquer les divergences entre les résultats relatés par les auteurs stroboscopiques, de tenir compte de différences inhérentes aux divers appareils utilisés. Or il est bien évident :

1° Que l'examen stroboscopique en tant que tel porte sur la comparaison des mouvements des deux cordes vocales dans les mêmes hypothèses et que s'il y a illusion optique, c'est une illusion régulière et toujours semblable à elle-même.

2° Que, ou bien les divers appareils utilisés reposent sur le principe de la stroboscopie et ce sont alors des stroboscopes, ou bien il n'en est pas ainsi et ce n'en sont pas. Tout au plus peut-on admettre des différences dans la visibilité et la plasticité des images stroboscopiques.

Mais enfin, cela même étant, il reste que les problèmes soulevés par les troubles de la fréquence ne sont pas tous, loin de là, parfaitement résolus. Ainsi on ne voit pas bien, il faut en convenir, pourquoi la vibration d'une seule corde vocale se manifeste exclusivement par des troubles de la voix chantée et jamais par des troubles de la voix parlée. Il y a là un « quelque chose » qui ne laisse pas d'être assez inquiétant. Mais cela ne diminue en rien la valeur de la méthode stroboscopique par ailleurs. Et même pour ce qui est des troubles de la fréquence, n'est-ce pas un mérite pour la stroboscopie, en soulevant de pas-

sionnants problèmes, de nous donner le doute scientifique, condition de tout progrès. Encore une fois, il en va de la stroboscopie comme de toute nouvelle méthode d'investigation : elle apporte des éléments de connaissance neufs, à passer au crible de la réflexion et de la critique; pour qu'il y ait solution, il faut auparavant qu'il y ait problème et un problème comporte nécessairement des inconnues. Une méthode qui pose des problèmes est quand même (il serait plus juste de dire par cela même) une méthode féconde. Si les savants ne s'étaient jamais décidés à publier que des travaux définitifs sous le rapport de la certitude totale, il est probable que la science n'existerait pas.

DÉFINITION DES TROUBLES DE LA FRÉQUENCE

Les troubles de la fréquence vibratoire sont constitués par le fait qu'à l'examen stroboscopique, *une corde vocale ne vibre pas* à l'unisson de l'autre *ou encore* que *les deux cordes vocales* sont dépourvues de vibrations.

1° *L'absence unilatérale de vibrations* donne la vue laryngée suivante: le stroboscope étant quasi-accordé sur la note émise par le sujet, une seule des cordes vocales vibre; l'autre, située en position phonatoire, apparaît immobile. *Ce manque vibratoire* peut être constaté *sur toute l'étendue de la voix du sujet* ou n'être visible que *sur certaines notes émises*.

Historique. — SIMANOWSKY a décrit, le premier, l'arrêt vibratoire d'une corde vocale en cas de fixation du cartilage aryténoïde. Il l'a constaté sur une hauteur tonale particulière, nécessitée par la vision stroboscopique, et il a supposé que la corde vocale, d'apparence immobile, vibrait avec une autre fréquence que sa congénère. SEEMANN a noté que, dans les paralysies récurrentielles, la corde vocale paralysée vibrait toujours si un son pouvait être émis; mais qu'en cas de dysphonie, les vibrations semblaient altérées. CERTEL, SOKOLOWSKY, ANTHON, MUSEHOLD, GUTZMANN, NADOLECZNY, ont également observé la non vibration d'une corde vocale. MALJUTIN, ayant examiné deux cents élèves du Conservatoire de Moscou, a observé chez 20 % d'entre eux la non vibration de la corde vocale gauche.

Hugo STERN, dans diverses publications, a défini le syndrome suivant :

Syndrome de STERN:

a) Apparence normale du mouvement des cordes vocales à la laryngoscopie;

b) Immobilité ou réduction des mouvements vibratoires d'une corde vocale pouvant s'étendre à toute l'étendue de la gamme vocale ou affecter certains sons « îlots vocaux » ;

c) Restriction des résultats vocaux.

FROESCHELS et WEISS ne croient pas à la possibilité

de l'arrêt vibratoire d'une corde vocale pendant la phonation. Pour WEISS, « la question la plus importante est de savoir si les cordes vocales peuvent réellement s'arrêter ». Il semble, en effet, que la constatation de vibrations dans la paralysie récurrentielle lui donne raison et que toujours, un son, pour être réalisé, implique la vibration des deux cordes. Pour FRÆSCHELS, l'arrêt vibratoire d'une corde vocale est un point de vue difficilement soutenable, car l'observation stroboscopique peut être déficiente, du fait qu'elle exige un synchronisme absolu entre la hauteur du son et le nombre d'illuminations. L'arrêt vibratoire d'une corde vocale n'est qu'apparent et il n'est dû qu'à une discordance fortuite des conditions de l'examen stroboscopique. Pour eux, ainsi que pour de nombreux autres auteurs, si la corde vocale vue en vibration est en accord avec la fréquence de l'appareil stroboscopique, l'autre corde vibre également, mais à une autre fréquence que celle de l'illumination stroboscopique. POLLACK-RUDIN dit également que l'arrêt vibratoire unilatéral peut résulter de la défectuosité de l'examen stroboscopique (protraction de la langue et mise en place du miroir). Enfin, NEMAI juge que la phonation n'est pas explicable, si la vibration d'une corde vocale est absente.

On voit donc que l'aspect d'une vibration seulement unilatérale, durant la phonation, a donné lieu à maintes controverses qui ont obscurci la question, à notre avis mal

posée. On a voulu, en effet, décrire deux sortes d'« arrêt » vibratoire, l'un « réel », l'autre « apparent ». La confusion est surtout née de la contradiction existant entre ces deux mots « arrêt » et « apparent », puisqu'un arrêt implique une immobilité qui en aucun cas peut être apparente.

En définitive, pour présenter au mieux les faits tirés des recherches de TARNEAUD, nous distinguerons avec lui :

a) L'inégalité de fréquence vibratoire des deux cordes vocales;

b) L'absence vibratoire unilatérale;

c) Les vibrations alternées;

d) L'absence vibratoire bilatérale;

Qui constituent le domaine clinique des troubles de la fréquence vibratoire.

INÉGALITÉ DE LA FRÉQUENCE VIBRATOIRE DES DEUX CORDES VOCALES

Si l'on constate au stroboscope l'absence unilatérale de vibrations, il s'agit de déterminer si la corde vocale d'apparence immobile vibre à une fréquence plus petite ou plus grande d'illuminations.

Grâce à cette manœuvre, on constate chez certains sujets une différence notable de la fréquence vibratoire des deux cordes vocales. Afin de juger de la valeur exacte de ce désaccord vibratoire, nous exposerons d'abord les faits

que l'investigation quotidienne du Docteur TARNEAUD nous a apportés.

Cet auteur mentionne qu'il n'a pas trouvé aussi souvent que l'ont signalé STERN, HEYMANN et surtout MALJUTIN, l'aspect typique de vibration seulement unilatérale. Et, chaque fois qu'il l'a constaté, le sujet présentait des symptômes laryngés connexes et des altérations phoniques appréciables. Chez certains de ses malades, la vibration n'était absente que sur une partie de la gamme, et *les trous vibratoires correspondaient à des trous phoniques*. Notons, au surplus, que ces troubles de fréquence n'étaient pas obligatoirement accompagnés d'un dérèglement de l'amplitude vibratoire.

Donc, toute fréquence vibratoire inégale révélée par la stroboscopie est pour TARNEAUD toujours pathologique, car il ne l'a jamais rencontrée sans trouble phonique concomitant. D'ailleurs, l'étude clinique prouve que la vibration bilatérale demeure à coup sûr le mode optimum du fonctionnement des cordes, à égalité de valeur auditive occasionnée. D'autre part, si l'on répète les examens stroboscopiques chez un malade présentant une inégalité de fréquence vibratoire, celle-ci se retrouve à chaque observation, tant que persiste le trouble phonique.

Nous devons maintenant prendre en considération la valeur réelle de l'inégalité de fréquence vibratoire et en discerner les raisons. Affirmer, comme FRÆSCHELS et

WEISS, qu'elle résulte uniquement d'un défaut de concordance entre l'appareil stroboscopique et la hauteur du son n'est pas recevable. Par contre, dire que la réapparition des vibrations se produit avec un nouveau réglage de l'illumination stroboscopique est parfaitement exact. Nous ne comprenons pas comment une fréquence vibratoire inégale pourrait résulter d'un défaut de concordance entre l'appareil stroboscopique et la hauteur du son.

GUTZMANN a bien essayé d'en donner une explication, en disant : « L'arrêt apparent d'une corde à l'examen stroboscopique est dû à une illusion d'optique. La corde vocale paraissant immobile est ou bien celle qui est la plus tendue, ou celle qui est la plus épaisse, parfois même celle qui réunit à la fois ces deux qualités, à la condition que le ton du disque du stroboscope soit un peu plus bas situé que le son examiné. Si le ton du stroboscope est situé plus haut, le rapport du mouvement est inversé. »

Déjà, dans l'explication de GUTZMANN, nous voyons qu'il essaie de concilier les faits et qu'il estime, en vue d'expliquer l'inégalité vibratoire, que les deux cordes vocales sont dissemblables ou dans leur constitution ou dans leur fonctionnement. Mais les conclusions de GUTZMANN ne nous suffisent pas, car il arrive fréquemment de voir que les fréquences vibratoires sont égales, alors qu'une corde vocale est hypotonique au maximum, comme par exemple dans la paralysie récurrentielle unilatérale, et de

constater également qu'une augmentation de volume d'une seule corde vocale ne l'empêche pas de battre à la même fréquence que la corde vocale opposée saine. Il faut donc rechercher sur un autre terrain l'explication du désaccord de la fréquence vibratoire des deux cordes.

Rappelons d'abord qu'en toute rigueur, les deux cordes vocales ne sont pas toujours symétriques par rapport au plan vertical médian de la glotte, et qu'elles peuvent présenter entre elles des différences de dimension, de forme, de masse et de tonicité; mais jamais les deux cordes vocales n'ont encore été observées vibrant correctement à des périodes simultanées différentes, si l'émission des sons est normale, malgré que les deux cordes soient en toute rigueur tant soit peu dissemblables.

L'explication que donne TARNEAUD de ce fait nous paraît extrêmement simple. Les cordes vocales sont un peu différentes et chacune, relativement à une pression sous-golttique donnée, doit produire un son différent de hauteur N et N' ; l'ensemble des deux cordes vocales doit automatiquement s'accommoder sur une fréquence intermédiaire N'' comprise entre N et N' .

$$N \leq N'' \leq N'$$

Ceci est en parfait accord avec les principes de phonétique.

Il ne faut voir là qu'un phénomène extrêmement général de synchronisation commun à tous les phénomènes

vibratoires simultanés, et dont la généralité domine la théorie de la transmission des ébranlements élastiques et toute la théorie de la résonance.

TARNEAUD estime donc que la non-symétrie des cordes vocales, à la condition qu'elle reste petite, n'est jamais un obstacle à l'unicité de la période de vibration des cordes vocales. Celles-ci s'accommodent toujours relativement sur une période intermédiaire à celles qu'elles pourraient donner en régime d'accord absolu, et toutes choses égales d'ailleurs. Les arguments suivants renforcent, d'ailleurs, cette explication :

1° L'étroite dépendance anatomique et physiologique des deux cordes vocales, qui limite assurément leur différenciation ;

2° Leur amortissement. On sait que les vibrateurs amortis ont une fréquence d'accommodation qui croît avec leur amortissement ;

3° Le mode même de leur vibration. On sait, en effet, que les cordes vocales fonctionnent comme deux vibrateurs apériodiques périodiquement relancés par la pression sous-glottique ; elles sont donc en vibration quasi-forcée par le courant d'air. On ne saurait donc évoquer ici l'analogie avec deux vibrateurs libres et isolés, erreur souvent commise. Si les vibrations des cordes vocales ont le type apériodique, il n'en résulte pas que cette apériodicité pourrait expliquer qu'une corde vocale soit susceptible de vibrer à

une fréquence différente de l'autre sans trouble phonique audible.

En conséquence, dit TARNEAUD, nous devons considérer *l'inégalité de la fréquence vibratoire comme un test pathologique, à condition, bien entendu, qu'un trouble phonique audible l'accompagne*. Ce n'est que dans le cas où aucun trouble phonique n'existe qu'on pourrait, à la rigueur, avec FRÆSCHELS et WEISS, parler d'une illusion d'optique; TARNEAUD n'en a jamais observé d'exemple. Lorsque les deux cordes vocales sont très différentes, on comprend bien qu'elles vibrent chacune avec une fréquence propre, mais des altérations phoniques existent. Si les deux cordes vocales diffèrent peu d'aspect et présentent cependant une inégalité vibratoire nettement visible à la stroboscopie, ceci ne tient pas, comme le croit GUTZMANN, à ce que la corde immobile est un peu plus tendue ou un peu plus épaisse, mais s'explique du fait que la fréquence vibratoire d'une corde vocale est sous la dépendance de l'influx nerveux, qu'il s'agisse de la neuro-régulation centrale ou de la conduction récurrentielle.

Au point de vue pathogénique, il nous faut donc distinguer deux ordres de faits:

a) L'inégalité de la fréquence vibratoire *lésionnelle*.

Une infiltration ou une atteinte grave du muscle thyroaryténoïdien est susceptible de modifier la fréquence vibratoire de la corde touchée. De même, une arthrite

crico-aryténoïdienne cause une inégalité de fréquence vibratoire qui n'est souvent visible qu'à la partie postérieure de la corde vocale du côté lésé;

b) L'inégalité de la fréquence vibratoire *non lésionnelle*.

Elle peut résulter soit d'une modification constitutionnelle ou acquise des centres nerveux, assurant la fréquence vibratoire, ou encore d'une altération même minime des voies nerveuses qui assurent la transmission de l'influx nerveux jusqu'aux extrémités des fibrilles musculaires du muscle thyro-aryténoïdien. Une lésion du récurrent dans son trajet est parfaitement susceptible de déterminer une dissociation chronaxique du mouvement vibratoire. Hugo STERN a fait des recherches en ce sens et a obtenu des restrictions de la mobilité des cordes vocales par la percussion du récurrent. Il n'est, d'ailleurs, pas illogique de penser que la synapse neuro-musculaire du thyro-aryténoïdien commandant la fréquence vibratoire ne puisse être lésée « loco dolenti ».

Avant de clore ce chapitre, il importe de dire que l'inégalité de la fréquence vibratoire des cordes vocales est un symptôme susceptible de s'amender et de disparaître avec le traitement causal du trouble phonique, ainsi que le prouvent les observations stroboscopiques répétées.

ABSENCE VIBRATOIRE UNILATÉRALE

Le diagnostic de vibration unilatérale repose sur les constatations suivantes :

1° Au laryngoscope (ou mieux, au miroir-loupe), pendant la phonation une corde vocale a un bord flou et vibre, l'autre a un bord net et ne vibre pas.

2° Au stroboscope, la vibration absente recherchée sur toutes les fréquences possibles n'est pas retrouvée.

L'arrêt réel de la vibration d'une seule corde vocale ne peut se concevoir sans un trouble phonique, mais il est faux de prétendre que la génération du son ne peut être assurée avec une seule corde vibrante. En effet, pour qu'un la 3 de 435 vibrations doubles soit émis, il suffit qu'il y ait 435 vibrations de la glotte par seconde; rien n'oblige que celles-ci soient produites par les deux cordes ou par une seulement. Il suffit que les obturations soient réalisées avec cette fréquence pour donner naissance au la 3 laryngien. Une seule corde vocale vibrant à cette fréquence y suffit. D'ailleurs, d'après les dernières expériences de WETHLO, les laryns artificiels munis d'une corde mobile et d'une corde immobile lui ont donné des sons « suffisamment claire ».

L'absence vibratoire unilatérale n'est donc en contradiction ni avec les lois physiques, ni avec les conditions pathologiques, ainsi que l'affirme justement STERN.

Tels sont les faits, telles sont les données objectives et physiques du phénomène de la vibration d'une seule corde vocale pendant la phonation. La tâche devient difficile et ardue quand on veut préciser les causes. Après avoir consulté toute la littérature phoniatrique et en faisant état des observations recueillies par TARNEAUD et transcrites ci-dessous, trop peu nombreuses pour permettre un travail de synthèse, essayons cependant de poser la première pierre pathogénique. Et à défaut de données absolues qui exigent les preuves du temps et du nombre, ayons la modestie et le courage de ne pas reculer devant les points d'interrogation.

Dans les Annales d'O. R. L. de décembre 1932, TARNEAUD estime que les raisons du phénomène peuvent être de trois ordres.

A) *Adaptation physiologique pure*: La génération du son par la vibration des deux cordes vocales est la règle, par la vibration d'une seule corde, l'exception.

MALJUTIN a trouvé chez des sujets jeunes et bien portants, élèves du Conservatoire de Moscou, une proportion assez élevée de 20 % de chanteurs dont la voix était produite par la vibration de la corde vocale droite et la tension spasmodique de la corde gauche. Chez les gauchers qu'il a examinés, la corde gauche vibrait toujours.

A cette statistique, on ne peut opposer aucune série d'examens. En France, malgré un vœu de l'Académie de

Médecine et une motion de la Société Française de Laryngologie réclamant l'examen systématique des élèves avant les études de chant, le contrôle des aptitudes vocales, anatomiques et physiologiques n'est pas pratiqué. Les observations relevées par MALJUTIN apportent un nouvel argument à la nécessité de ce contrôle.

MALJUTIN pense que l'arrêt de la corde vocale gauche provient de troubles fonctionnels. Il l'explique par cette particularité du récurrent gauche que, venant du X, il embrasse la crosse de l'aorte dont il s'éloigne ensuite. Il en résulte, selon lui, que les plus légères modifications affectant la région de l'aorte se font sentir sur le récurrent gauche. Il rappelle à ce propos que KILLIAN avait déjà signalé qu'une disposition naturelle pouvait favoriser la vibration d'une seule des cordes vocales.

BRUNNER est d'avis que l'immobilité de la corde gauche dépend du fait que l'hémisphère cérébral droit est plus développé.

Le phénomène de la vibration unique pourrait donc provenir de l'insuffisance générale des muscles de l'hémicorps gauche résultant d'une adaptation individuelle de causes phylogéniques et ontogéniques?

Il y aurait les droitiers de la voix?

Autre hypothèse: on sait qu'il existe des amblyopies d'usage, des individus qui, porteurs d'yeux normaux, ne se servent jamais que d'un œil pour la vision.

Faut-il penser qu'il existerait des amblyophonies d'usage, comme le suggère WORMS par analogie avec ce qui se passe dans le domaine oculaire?

B) *Adaptation physiologique consécutive à une lésion pathologique.*

Les problèmes qui se posent sont:

- Existe-t-il des gauchers de la voix?
- Le phénomène de l'arrêt vibratoire de la corde vocale se produit-il chez l'enfant? Fait-il suite à une mue correcte?

La constatation chez des sujets normaux de la vibration unique ne peut-elle être la résultante :

- d'une mauvaise éducation vocale au moment de la mue,
- d'un forçement vocal dans l'enfance,
- d'une lésion quelconque ayant autrefois intéressé le récurrent: adénopathie médiastinale le plus souvent.

?

En particulier, un léger trouble du récurrent peut ne se manifester que par la restriction du mouvement vibratoire de la corde vocale correspondante et même l'arrêt vibratoire. Nous avons dit que STERN avait fait des recherches en ce sens et obtenu des restrictions de mobilité par la « percussion électrique » du récurrent.

Une telle expérimentation est à reprendre en raison de son grand intérêt puisqu'elle prouverait que l'altération

« à minima » du récurrent produirait une modification de la tonicité et de l'élasticité de la corde vocale.

Dernière question non résolue actuellement et capitale d'importance :

— Les études de chant rendent-elles à la corde non vibrante son pouvoir de vibrer à la fréquence voulue?

Toutes ces questions resteront sans réponse tant que l'observation des sujets à vibration unique ne comprendra pas l'anamnèse complète, une étude somatique détaillée et aussi un examen radiographique (voir le modèle d'une fiche d'examen d'un malade de la voix).

C) *Manifestations pathologiques.*

On comprend bien qu'une corde vocale ne puisse plus vibrer lorsqu'elle a été atteinte dans sa fonction. Le phénomène de la vibration unique peut être la conséquence :

1° des affections organiques du larynx ayant altéré le revêtement ou le tissu musculaire du thyro-aryténoïdien;

2° d'une lésion du crico-thyroïdien;

3° d'une arthrite même légère de l'articulation crico-aryténoïdienne;

4° d'une lésion récurrentielle, quels qu'en soient la cause et le lieu.

Tels sont les éléments essentiels d'ordre pathogénique que nous avons tenu, après TARNEAUD, à relater dans cet « essai ». Il est superflu d'insister sur leur caractère incom-

plet; trop heureux serons-nous si nous avons réussi à faire entrevoir les recherches ultérieures nécessaires sous leur véritable jour.

Voici pour terminer trois observations ayant trait à des troubles vocaux dus à la vibration d'une seule corde vocale. Les deux premières sont empruntées à TARNEAUD; nous avons recueilli personnellement la troisième à sa consultation laryngo-phoniatrique de l'hôpital Bellan.

Chez aucun de ces malades, il n'a été constaté d'altération de la parole; seule est perturbée la voix chantée : les difficultés vocales se manifestent dans le haut médium et surtout lorsque l'artiste doit accomplir un travail vocal important.

Avec la vibration unilatérale, le chanteur se fatigue vite et n'a aucune assurance de pouvoir accomplir correctement une tâche donnée.

OBSERVATION I

Mlle C..., soprano-dramatique, 30 ans, étudie le chant depuis de longues années et n'a pu paraître encore à la scène. Elle a beaucoup de difficultés dans l'exécution de son travail vocal, ainsi que nous l'a confirmé son professeur de chant.

Depuis 4 ans, nous l'avons examinée à maintes reprises. Son état général est excellent. Sa voix est parfaite, bien timbrée. Dans le chant, aucun défaut d'émission ou de sonorité ou de justesse, mais fatigue vocale facile. A la laryngoscopie ces dernières années, nous avons constaté que la corde vocale droite avait un bord net

pendant la phonation alors que la gauche était floue. De plus, cette corde droite était rosée, parfois rouge et d'aspect légèrement gonflé.

Nous avons souvent signalé à cette artiste que cet état de la corde vocale correspondait à une *monocordite d'effort*, car aucun symptôme concomitant ne permettait d'affirmer une lésion catarrhale. Par le repos, cet état congestif de la corde s'atténuait pour reparaitre dès la reprise des études de chant.

En mai 1932, nous avons constaté à la stroboscopie que *la corde vocale droite n'était animée d'aucune vibration et ceci sur toute la gamme des fréquences stroboscopiques*. Nous n'avons pu trouver aucune explication pathogénique de ce phénomène et nous sommes bien plus embarrassés pour résoudre le problème thérapeutique d'une telle *dysodie organique*.

OBSERVATION II

Mlle X... est une artiste lyrique d'un de nos grands théâtres. Elle a une fort jolie voix et a fait de longues études vocales, mais elle ne chante que deux ou trois fois la pièce pour laquelle elle est engagée; ensuite elle ne peut assumer son rôle et se voit dans l'obligation de se faire doubler.

A ce moment, il n'y a aucun enrouement, ni aucun trouble de la voix parlée. Il n'existe qu'une difficulté marquée de l'émission du chant.

A la stroboscopie, nous avons constaté l'arrêt vibratoire de la corde vocale gauche qui de plus est de coloration rosée, mais toujours bien tendue en phonation.

Ayant porté un pronostic défavorable et n'ayant pu lui pro-

mettre une guérison qu'elle exigeait rapide et complète, nous ne l'avons plus revue, mais nous avons eu la satisfaction d'apprendre qu'un laryngologiste la soignait pour « herpès prolongé des cordes vocales ».

Le fait exact dont cette artiste ne peut et ne veut convenir réside dans l'infériorité de ses moyens vocaux dont aucun professeur de chant, aucun laryngologiste n'est responsable, puisqu'elle possède une voix à mode vibratoire insuffisant pour tenir de façon normale et convenable un emploi scénique.

OBSERVATION III (*personnelle*)

Mlle J..., âgée de 20 ans, soprano aiguë, vient consulter à l'Hôpital Bellan pour troubles de la voix chantée que son professeur de chant attribue à un mauvais fonctionnement nasal.

Bien portante, mais peu développée, cette jeune fille présente en effet une obstruction nasale par déviation de la cloison et rhinite hypertrophique qui lui détermine des rhumes fréquents et longs.

Sa voix parlée ne présente aucun caractère pathologique audible. L'examen laryngologique montre des cordes vocales saines sans aucun trouble de motilité. Par contre, l'examen stroboscopique du mécanisme vocal est tout à fait intéressant.

1° Examen sur sol 3 (391 vibrations doubles) : la corde vocale droite vibre correctement alors que la corde gauche a des vibrations faibles d'intensité et d'amplitude. L'obturation glottique se fait convenablement.

2° Examen sur ré 4 (587 vibrations doubles) : vibrations anor-

males de la corde vocale droite, absence totale de vibrations de la corde vocale gauche. Bonne fermeture glottique..

Une telle observation prouve que l'examen vocal doit être fait sur toute l'étendue de la voix du sujet, en raison des variations possibles des vibrations sur un point de l'échelle vocale. De même qu'il existe une pathologie auriculaire des trous auditifs, la stroboscopie peut déceler des trous vibratoires phoniques.

ABSENCE VIBRATOIRE BILATÉRALE

Les deux cordes ne peuvent s'arrêter de vibrer, sans qu'il y ait aphonie absolue. L'absence de la vibration qui ne semble pas avoir été étudiée ne peut être réalisée évidemment que par une lésion du système nerveux central. L'observation suivante a permise à TARNEAUD de conclure à une absence vibratoire.

OBSERVATION.

Mlle G..., âgée de 38 ans, est adressée à TARNEAUD, le 13 janvier 1937, par le Docteur Henri DROMER pour des crises répétées d'aphonie, consécutives soit à un coryza, soit à un fléchissement de l'état général.

Interrogée, la malade, infirmière de dispensaire, lui apprend qu'elle a eu sa première « extinction de voix » à l'âge de 12 ans; puis, à 18 ans, elle fit une pleurésie, redevint aphone et dut interrompre ses études.

A l'âge de 26 ans, l'aphonie réapparut et dura onze mois, à la suite d'une fatigue excessive. Depuis ce temps, deux à trois

fois par an, et toujours pour la même cause, elle perd la voix pour une durée de huit jours à deux mois. En outre, elle ne peut plus chanter.

Il y a lieu de noter que les crises d'aphonie s'installent progressivement, disparaissent de même, et qu'elles sont accompagnées de dyspnée.

En octobre 1930, elle a une paralysie faciale totale gauche, dont l'étiologie reste inconnue. On pense qu'il s'agissait d'une compression du facial par une adénopathie cervicale haute. Soignée par ionisation et radiothérapie, sa paralysie s'est améliorée, mais reste nettement visible.

Elle se plaint également de douleurs fréquentes dans la nuque et de sensibilité à la pression de l'émergence du nerf grand occipital d'Arnold. En 1933, elle présente des troubles sensitifs du bras avec difficulté motrice, qui cèdent assez rapidement. En outre, depuis plusieurs années, elle souffre au niveau de la colonne vertébrale lombaire, sans qu'on ait pu établir la correspondance de ces douleurs avec une lésion locale.

Mlle G., calme de tempérament, s'analyse très bien, a un bon état général; elle ne présente pas de troubles digestifs, elle est réglée normalement, et n'a ni l'aspect, ni les réactions d'une psychopathe.

Le dernier examen laryngologique, pratiqué durant la crise par le Docteur DROMER, lui a montré une parésie complète et bilatérale des thyro-aryténoïdiens internes, avec légère rougeur des cordes.

Examen laryngo-stroboscopique.

TARNEAUD examine Mlle G..., alors que sa voix est facile, quoiqu'un peu voilée.

Rien à signaler au niveau du nez et du pharynx.

Les cordes vocales sont tendues, légèrement rosées, et elles vibrent correctement, aussi bien sur si 2 que dans l'octave 3. Cependant, il est à noter que l'accolement des cordes vocales en position médiane n'a pas lieu. Elles laissent entre elles, pendant la phonation, un espace glottique minime quoique de même dimension sur toute l'étendu glottique et ceci explique le léger voile soufflé de la phonation. Il n'existe pas de lésion inflammatoire proprement dite, ni d'atteinte parétique particularisée.

Devant la pauvreté des symptômes recueillis pour expliquer les troubles phoniques, TARNEAUD demande au Docteur VIBERT de pratiquer l'examen pulmonaire, et lui recommande de faire cet examen dans les conditions actuelles et après avoir provoqué chez la malade un effort et un essoufflement.

Examen pulmonaire.

Clinique: négatif.

Radioscopique: transparence pulmonaire et hiles normaux. Les diaphragmes ont tous les deux une certaine irrégularité de forme, qui se manifeste surtout dans les mouvements; mais ceux-ci sont d'une amplitude convenable et les deux sinus sont clairs. L'ombre cardiaque est normale.

A son arrivée, la malade n'avait pas de dyspnée, mais un pouls à 90. Après l'examen radioscopique, apparition d'une légère dyspnée avec pouls à 110. Puis, l'ascension rapide de deux étages détermine une dyspnée considérable et déclanche l'aphonie. Le pouls monte à 140. La tachycardie reste au-dessus de 120 pendant plusieurs minutes, et on constate à la radioscopie qu'en concordance avec cette dyspnée, les mouvements diaphragmati-

ques sont insuffisants. En outre, la malade éprouve le besoin d'exécuter de nombreux bâillements.

Le Docteur VIBERT renvoie immédiatement Mlle G... à TARNEAUD, afin qu'il la revoie en état d'aphonie.

Deuxième examen laryngo-stroboscopique.

La malade, essoufflée, fatiguée par sa journée de Paris et ses différents examens médicaux, s'exprime d'une voix sourde et chuchotée. A l'examen laryngo-stroboscopique, les cordes vocales se rapprochent en adduction de même façon qu'avant la crise de dyspnée; il n'existe aucun trouble de motilité du larynx. L'espace glottique est le même en phonation que lors du premier examen.

La vibration est vainement recherchée sur l'octave 2 et l'octave 3. Bien que les cordes vocales soient en position d'adduction tendues, elle ne se produit pas. Sur la 1, donc dans une octave très grave, une vibration à peine perceptible et d'une amplitude minime est seulement obtenue.

En conclusion de son examen et de celui du Docteur VIBERT, TARNEAUD pense qu'il s'agit chez cette malade, non pas d'une laryngopathie, mais d'un trouble neurologique, puisqu'il a constaté un syndrome portant sur la respiration, l'activité cardiaque et la phonation.

Un examen neurologique est demandé au Docteur MICHAUX qui adresse la lettre suivante:

« Je partage pleinement votre impression. Ces troubles laryngés, respiratoires et cardiaques me paraissent relever d'une névrite du pneumogastrique. Reste à déterminer l'étiologie. La coexistence de la paralysie faciale périphérique gauche plaide en faveur d'une méningo-encéphalite diffuse. S'agit-il de la maladie de

Von Economo? Rien dans les antécédents, dans la coexistence d'hypertonie, de tremblements, aucun signe extra-pyramidal ou excito-moteur ne permet de l'affirmer.

« Cependant, les déterminations neuro-végétatives de la maladie (thèse de MASSARY) sont assez fréquentes pour que cette hypothèse soit retenue. J'aurais désiré l'étayer par des données biologiques: la ponction lombaire n'a pu être réalisée à la Salpêtrière où j'avais adressé la malade.

« Il peut encore s'agir d'une de ces méningo-encéphalites diffuses à virus inconnu, dont les observations se multiplient actuellement.

« Quoi qu'il en soit, je partage votre impression clinique quant à la genèse infectieuse vraisemblable de semblables troubles, et je serais partisan d'une thérapeutique antiseptique intra-veineuse (12 injections intra-veineuses d'un gramme de soligrane glucosé; puis, après quinze jours de repos, 12 injections intra-veineuses d'une ampoule de 20 centimètres cubes de Naïodine B). »

Conclusions:

1° Nous avons d'abord à mettre en valeur que Mlle G... est venue consulter surtout pour une aphonie qui l'inquiétait particulièrement, en raison des différents diagnostics étiologiques proposés.

Dans les examens antécédents, on avait, en effet, incriminé la tuberculose et la syphilis.

2° L'étude laryngologique pulmonaire et neurologique de la maladie conduit à des précisions concordantes. Il s'agit d'une affection encéphalitique diffuse, dont le virus et la lésion sont actuellement impossibles à déterminer. Mais il n'en reste pas moins

que la malade présente une névrite du pneumogastrique à effets paroxystiques portant sur la respiration, le rythme cardiaque et la phonation.

3° L'examen laryngo-stroboscopique a fourni des précisions intéressantes. Alors que la malade était aphone et ne pouvait se servir que de la voix chuchotée, TARNEAUD n'a constaté aucun trouble moteur des muscles laryngés.

Il était même assez curieux de voir que la voix chuchotée, qui est considérée classiquement comme produite par l'écartement postérieur de la portion ligamenteuse des cordes vocales, était réalisée chez la malade avec une ouverture linéaire et de même grandeur de toute la glotte.

Lorsque TARNEAUD a voulu rechercher la vibration avec la plus grande minutie, ni sur l'octave 2 ni sur l'octave 3 il n'a pu la trouver.

Dans l'étude critique de l'absence vibratoire, si l'on veut présenter l'objection que la malade avait de la dyspnée et ne pouvait, de ce fait, réaliser le mouvement vibratoire des cordes vocales, nous répondrons avec TARNEAUD qu'à l'examen spirométrique, l'expiration était encore de plus d'un litre, donc d'une quantité suffisante pour l'émission d'une sonorité convenable.

Si l'on veut, d'autre part, objecter que, dans les cas de cette espèce, l'examen stroboscopique n'est pas recevable parce qu'il n'est pas réalisé lors de l'émission d'un son clair et de hauteur constante, nous répondrons avec TARNEAUD aux auteurs stroboscopistes, qui ont émis un pareil argument, que rien ne s'oppose à ce que nous renversions leur proposition. En effet, du point de vue physio-pathologique, si la vibration ne peut être produite du fait d'une altération du système nerveux central, il est bien évident

qu'aucun son clair et de hauteur constante ne pourra exister et qu'aucune vibration ne sera constatée par l'examen stroboscopique. Cependant, ce seul examen nous prouvera indiscutablement l'absence de vibrations.

L'étude de cette observation a prouvé, pour la première fois, à TARNEAUD, qu'il peut exister une dissociation nette de la fonction phonique laryngée représentée par *l'abolition complète du mouvement vibratoire sur les octaves habituelles de la voix parlée et, en conséquence, l'aphonie, alors que l'acte moteur de mise en situation phonique des cordes vocales est normal.*

VIBRATIONS ALTERNÉES .

Signalées pour la première fois par CÆRTEL, puis de nouveau décrites par D. WEISS, elles réalisent un mode vibratoire particulier, la corde droite s'écarte de la ligne médio-glottique alors que la corde gauche s'en rapproche, puis, inversement, la corde gauche s'en écarte lorsque la droite s'en rapproche.

Autrement dit, les deux cordes vocales vibrent chacune normalement, mais leur vibration présente l'une par rapport à l'autre un décalage de phase d'une demi-période. Les vibrations alternées ne se produisent que dans les paralysies récurrentielles graves, où les cordes vocales ne vibrent plus horizontalement et en dehors, mais de haut en bas; elles sont accompagnées d'altérations phoniques

importantes. Rappelons que l'existence de vibrations alternées constitue un argument de très grosse valeur à l'appui de la théorie neuro-chronaxique de la vibration des cordes vocales de HUSSON. Un tel mode vibratoire est en effet totalement inexplicable en admettant l'explication classique de la vibration des cordes vocales par un conflit d'ordre élastique au niveau de la glotte. Dans la thèse classique, les deux cordes vocales doivent s'écarter l'une de l'autre simultanément et se rapprocher l'une de l'autre également dans le même temps. On ne comprend nullement comment une corde vocale pourrait s'écarter de la ligne médiane sans l'influence de la pression sous-glottique, alors que l'autre s'en rapprocherait.

IV. — LES TROUBLES DE LA FERMETURE GLOTTIQUE

La fermeture glottique est influencée par deux facteurs :

1° La variation en plus ou en moins de la contractilité des cordes ;

2° Les altérations du bord libre des cordes vocales.

1° Modifications pathologiques de la contractilité des cordes vocales

A. HYPERTONIES MUSCULAIRES

Nous avons déjà mentionné, en étudiant les troubles de l'amplitude, que dans l'hypertonie ou hyperkinésie, les cordes vocales ont une amplitude vibratoire réduite. Par suite, l'ouverture glottique est diminuée puisque l'écartement des cordes vocales est amoindri. En corrélation, le son sort grêle, amenueisé.

S'il y a *chevauchement* et trop grande pression d'une corde vocale sur l'autre, la voix est éraillée et *bitonale*.

Si la *fermeture glottique* est complète, le son ne sort plus, c'est le *couac*.

En ces cas, il est possible de constater une syncinésie

des muscles du larynx, se traduisant par la constriction du vestibule laryngé et par l'avancement en ligne médiane des bandes ventriculaires, au point que celles-ci, très rapprochées, coiffent la partie externe des cordes vocales sans participer à la vibration. La *dysphonie des bandes ventriculaires* est souvent rencontrée chez les individus vivant ou travaillant dans le bruit. Pour se faire entendre, ils demandent un effort à leurs muscles laryngés. Plus l'enrouement s'installe, plus ils forcent leur voix afin d'obtenir, avec difficulté, d'être compris. Les bandes ventriculaires entrent en jeu au détriment de l'émission vocale, la voix est étouffée, assourdie, serrée et présente parfois un certain degré de diplophonie.

Les hyperkinésies sont le fait :

a) *des affections du système nerveux central* qui déterminent des contractures ou spasmes :

- tabès,
- chorée,
- scléroses en plaques, etc...

b) *des affections du comportement psycho-moteur* : certaines aphonies tuberculeuses ou hystériques se traduisent par un état spasmodique variable des cordes vocales et des bandes ventriculaires. A côté de la forme paralytique d'aphonie hystérique, la plus habituellement rencontrée, il existe en effet une forme spastique qui s'accompagne d'une hypertonie des bandes ventriculaires incons-

ciemment obtenue en vue de la récupération vocale. Cette forme spastique peut s'installer d'emblée ou succéder à l'état paralytique.

Les modifications de la motricité laryngée et l'altération vocale sont importantes et surtout *variables*, parce qu'il ne s'agit pas d'une maladie proprement dite du larynx, mais d'une affection centrale intéressant le comportement psycho-moteur. En conséquence, la dysphonie peut varier, être minime ou aller jusqu'à l'aphonie totale.

Dans la forme spastique de l'atteinte pithiatique de la motricité laryngée, l'occlusion plus ou moins grande du larynx par les bandes ventriculaires est toujours symétrique et bilatérale et l'examen approfondi ne relève aucune lésion latente. Il indique seulement que si la maladie est au larynx, l'affection réelle est ailleurs.

c) *Des dyscoordinations musculaires*, réalisées au cours de l'acquisition de la parole et de la voix chantée.

L'hypertonie des cordes vocales se voit dans *les troubles de la mue*, en particulier dans la mue retardée et incomplète, et se rencontre souvent dans les cas d'éducation vocale où on a imposé à l'élève chanteur un effort exagéré de ses muscles laryngés.

A la stroboscopie, on se rend nettement compte de l'insuffisance de l'ouverture glottique, soit sur une partie, soit sur la totalité de la tessiture. Il est même curieux de voir que chez quelques chanteurs, le travail de la voix en

piano et celui des demi-teintes aboutit de façon paradoxale au serrage des cordes vocales.

Il ne faut pas perdre de vue que la vibration des cordes vocales *normale* est celle qui intéresse *toute* la corde vocale. Car certains sujets présentent durant la phonation, un mode particulier d'ouverture glottique: une portion limitée des cordes vocales vibre. Il s'agit là de la vibration réduite décrite par TARNEAUD en 1935, et que nous devons mentionner tout particulièrement.

La vibration réduite de TARNEAUD. — La réduction vibratoire est telle que seulement *un tiers, une moitié* parfois des deux rubans vocaux vibre, alors que la portion restante des deux cordes vocales s'accole *sans variations, sans mouvements*, pendant toute la période vibratoire.

Suivant les sujets, cet accolement cordal varie. Il est parfois *antérieur* ou *uniquement postérieur*. D'autres fois, le segment vibrant n'est constitué que par la partie *médiane* de la glotte. Cet affrontement anormal des cordes en vibration *n'est pas toujours visible sur toute la tessiture*. Il peut ne pas exister dans la voix grave, commencer dans le médium et apparaître davantage dans l'aigu.

TARNEAUD en a rapporté plusieurs observations dont voici quelques-unes; elles démontrent qu'en raison des possibilités d'adaptation fonctionnelle des muscles laryngés, certains sujets obtiennent à la longue une coaptation

particulière des cordes vocales en vue du mouvement vibratoire.

OBSERVATIONS DE TARNEAUD

OBSERVATION I

M. L..., 44 ans, chanteur dont l'aigu manque d'ampleur malgré un travail vocal acharné, vient nous consulter en 1932.

Voix parlée: sur do 2 à fa 2, bien timbrée.

Voix chantée: le sujet travaille les ténors demi-caractère. Du do 2 au fa 3 la voix est bonne, très timbrée, quoique un peu gutturale. Le passage du mi 3 est retardé et s'effectue sur fa 3 et sol 3. Au-dessus de cette note, la voix est serrée, amenuisée et d'émission difficile, surtout en force.

Etat général excellent : la respiration donne 3 litres 8 au spiromètre de Verdin. Au niveau des voies aériennes supérieures, on constate une gêne respiratoire nasale due à une déviation de la cloison et une amygdalite chronique caséuse. Les cavités de résonance sont spacieuses.

A l'examen stroboscopique, les cordes vocales sont blanches, régulières, bien tendues et vibrent en leur totalité jusqu'au sol 3. A partir de cette note nous constatons que le *quart antérieur des deux cordes vocales s'accole*, de sorte que les trois quarts postérieurs seuls de la glotte entrent en vibration. Ce malade, vu par nous maintes fois, nous a montré cette image de façon habituelle.

Afin d'améliorer son rendement vocal et l'établissement d'un réflexe naso-phonatoire optimum, nous avons libéré ses fosses nasales par une résection sous-muqueuse de la cloison nasale et nous

avons supprimé, par diathermo-coagulation, son infection amygdalienne, le malade s'étant refusé à l'amygdalectomie.

Revu, à la suite de ces soins dont nous espérions une amélioration du rendement vocal, le sujet nous confirme et nous prouve que sa voix a acquis une ampleur remarquable, sans que son aigu se soit amélioré autant qu'il l'aurait désiré.

Ceci se comprend par l'examen stroboscopique où nous voyons persister la réduction de la vibration. En conséquence, nous indiquons cette particularité vibratoire à M. R..., professeur de chant, dans l'espoir qu'une rééducation bien conduite pourra la supprimer.

Au cours de six mois de travail, M. L... améliora son passage et développa progressivement le volume de son aigu; il obtint une voix de fort ténor, ample, égale dans toute sa tessiture.

Depuis, fait capital, l'observation stroboscopique montre qu'il n'existe plus aucun raccourcissement de l'ouverture glottique, durant la phonation.

OBSERVATION II

M. S..., ténor, 52 ans, professeur de chant, n'a été vu qu'une seule fois par nous. Etat général bon; respiration et voies aériennes supérieures normales.

Voix chantée : tout le haut médium et l'aigu sont trop « ouverts » et criards, sans ampleur. Le chanteur ouvre jusqu'en haut et n'exécute pas de passage.

A l'examen stroboscopique, dès do 3, la limitation de la partie vibrante comprend le tiers postérieur des cordes.

Nous nous sommes contentés de noter cette vision strobosco-

ques, sans énoncer de déductions, car le sujet était venu, non pour nous consulter, mais pour s'intéresser à la méthode stroboscopique.

OBSERVATION III

M. G..., 32 ans, fait du chant en amateur depuis plus de dix ans, et a reçu les conseils de nombreux professeurs qui lui ont fait chanter les ténors demi-caractère. Malgré un travail acharné, l'aigu sort mal et le sujet est aux prises avec des incidents laryngés constants : picotements, toux, raucité passagère, etc... Son actuel professeur de chant, M. R..., juge les difficultés vocales du sujet hors de rapport avec sa technique vocale et l'envoie à la consultation laryngo-phoniatrique de l'Hôpital Bellan, en mars 1933.

Le sujet ne manque pas de rapporter ses difficultés vocales dans l'aigu à un « coup de froid ».

Etat général excellent. Respiration ample et profonde. Bonne perméabilité nasale. Aucun catarrhe des voies aériennes supérieures. Les cavités de résonance pharyngée et buccale sont spacieuses.

A l'examen laryngologique, les cordes longues et larges sont serrées l'une contre l'autre, boudinées et un peu rosées. La région aryténoïdienne paraît fortement vascularisée. Les parois du pharynx sont contractées et l'espace de Purkinge rétréci.

A la stroboscopie, les cordes vocales ne vibrent, dans le grave et l'aigu, qu'au niveau de leur partie médiane; elles *restent accolées sur une longueur de 4 à 6 millimètres dans la région aryténoïdienne et autant à leur partie antérieure*. En outre, l'amplitude de la vibration est anormalement diminuée.

En face de symptômes de serrage laryngé aussi nets, nous pen-

sons à un déclassement vocal vers l'aigu (baryton chantant les ténors depuis dix ans, avec semi-adaptation de l'organe), ou tout au moins à un déclassement d'emploi vers des rôles plus légers (fort ténor chantant les demi-caractères).

M. R..., d'accord avec nous, rééduque prudemment le sujet vers des sonorités plus graves et plus amples, avec passage abaissé du mi 3 au mi bémol 3.

La rééducation est rendue difficile par le sujet lui-même qui tient absolument à chanter les ténors et travaille seul chez lui, des heures durant, des morceaux très aigus.

Revu en mai 1933, après deux mois de rééducation, le sujet s'oriente vers les forts ténors et semble un peu assagi. La contraction laryngée a disparu ainsi que la vascularisation aryténoïdienne anormale. Les cordes sont blanches et nacrées, moins boudinées. Mais la réduction de la partie vibrante, bien que diminuée, est encore sensible: seule vibre toujours la partie médiane des cordes vocales, avec accolement antérieur et postérieur.

La rééducation doit être poursuivie dans le même but. Il n'est pas impossible que le sujet n'évolue finalement vers les barytons aigus, en accord avec sa constitution anatomique laryngée et pharyngée.

OBSERVATION IV

M. G..., 50 ans, professeur de chant, présente des caractéristiques vocales exceptionnelles. Il est venu en février, non pour consulter, mais pour nous les soumettre.

Basse chantante, il a fait dix ans de carrière lyrique, puis s'est consacré au professorat.

La voix chantée est celle d'une basse dans le grave et le médium,

malgré que, dès la 2 et si, la voix s'amenuise et perde son volume et sa rondeur. Parvenu à ré 3 et mi 3, sur une voyelle « ouverte » (A par exemple), le sujet n'exécute aucun passage ou couverture du son », garde un timbre clair et éclatant et monte ainsi, sans peine apparente, jusqu'au contre ut (do 4) des ténors. La voix est claire, grêle, serrée, quoique gardant encore une certaine qualité artistique. Il ne s'agit pas d'une voix de fausset, que le sujet peut émettre également et dont le timbre est très différent.

L'examen stroboscopique du sujet révèle que, dans le grave et dans le médium jusque vers la 2, les cordes, longues et larges, vibrent dans toute leur longueur avec une amplitude normale. Dès la 2, la portion des cordes, antérieure aux aryténoïdes, s'accolle sur six millimètres. A mesure que le sujet monte la gamme, *l'accolement des cordes apparaît plus net et sur une longueur croissante*, de sorte que la partie vibrante de la glotte est de plus en plus réduite. En même temps, le vestibule laryngé et le pharynx se resserrent; l'épiglotte, en forme de chapeau de gendarme, se renverse en arrière et rend difficile l'observation du larynx.

Nous estimons que ce sujet, par des efforts répétés en vue de donner des notes de plus en plus aiguës sans effectuer de passage vers le ré 3, s'est peu à peu créé, au niveau du sphincter glottique, des coordinations musculaires particulières, qui lui ont permis l'émission des notes aiguës recherchées. Il déclare d'ailleurs avoir acquis son aigu à la longue, pendant ses années de professorat et reconnaît que cette émission s'allie à une grande fatigabilité.

L'étude attentive de ces observations montre que la vibration réduite vient de ce que le sujet sollicite pour la phonation des suppléances musculaires anormales. Petit

à petit, il acquiert de nouvelles coordinations motrices et de nouvelles postures qui, une fois bien établies et rendues automatiques par la commande des centres, constituent une habitude.

Dans toute émission parlée ou chantée, les conditions d'existence, de milieu, d'hérédité, et surtout d'éducation, ont leur influence. Il en résulte chez nombre d'individus une adaptation musculaire fonctionnelle qui leur est propre et caractérise leur voix en dépendance de leurs possibilités primitives d'ordre anatomo-physiologiques.

De telles adaptations secondaires d'ordre musculaire, il existe d'autres exemples: la marche chez les boiteux, la respiration dans le pneumothorax, les modifications des éminences thénar et hypoténar chez les manipulateurs. Il ne semble pas que ces principes d'adaptation musculaire aient suffisamment attiré l'attention en ce qui concerne la musculature laryngée, alors qu'ils permettent de comprendre bien des particularités de l'émission vocale.

On croyait avant la stroboscopie — et VACHER a même écrit en 1877 dans sa thèse: « De la voix chez l'homme au point de vue de sa formation, de son étendue et de ses registres » — que « dans le 2^e registre, l'espace inter-aryténoïdien est toujours fermé, mais les cordes vocales ne vibrent que dans une plus petite partie de leur étendue, quoique vibrant encore dans toute leur épaisseur ».

Le mécanisme décrit par VACHER est celui que l'examen laryngoscopique permet d'apercevoir. En raison de la fréquence vibratoire en voix de tête (435 vibrations doubles et au-dessus), la glotte apparaît sous la forme d'une petite ouverture biconvexe.

Depuis l'ère stroboscopique, nous savons que normalement on ne constate pas d'accolement constant d'une portion limitée de la longueur des cordes dans la production de la voix de tête ou de la voix de fausset.

Le rétrécissement constant de l'ouverture glottique s'observe chez les sujets qui ont cherché à obtenir des notes aiguës en dehors de leurs possibilités anatomo-physiologiques. Il est la conséquence ou d'un déclassement vocal initial ou d'une extension trop importante de la voix du sujet vers l'aigu.

On croit en général qu'un déclassement vocal vers une tessiture aiguë est toujours funeste. Cependant TARNEAUD a observé plusieurs cas où l'adaptation fonctionnelle, progressivement acquise, avait justement limité les moyens, mais aussi les dégâts.

Pour arriver à l'émission de ces notes aiguës, certains larynx trop longs et trop larges ne le peuvent qu'en raccourcissant la longueur vibrante de leurs cordes; mécanisme qui est celui de toutes les cordes instrumentales, mais qui ne peut être considéré au niveau du larynx comme un fait normal.

Pour obtenir la vibration réduite ou raccourcie, le sujet a dû solliciter à l'extrême ses muscles adducteurs et réaliser un fort accolement des aryténoïdes et des cordes vocales; en second lieu, la forte contraction des thyro-aryténoïdiens externes, des crico-thyroïdiens et des sterno-thyroïdiens a pour résultat de serrer les cordes vocales l'une contre l'autre, d'où insuffisance d'ouverture glottique et diminution de l'amplitude vibratoire. Ce type vibratoire imposé au larynx crée une fatigabilité plus grande et une diminution des possibilités vocales, car il n'est réalisé que par une adaptation fonctionnelle progressivement et anormalement acquise.

Comme dans toutes les hyperkinésies, la musculature extrinsèque du larynx et du pharynx travaille syncinétiquement et on observe fréquemment l'élévation du larynx, la contracture du pharynx et la diminution de l'espace de Purkinge.

Depuis toujours, les auteurs ont rapporté des observations de *barytons devenus faux ténors*.

Ainsi, au Congrès de la Société belge O. R. L. de 1909, FALLAS a rapporté le cas d'un jeune élève du Conservatoire, atteint de fatigue vocale, classé parmi les forts ténors et présentant à l'examen laryngoscopique des cordes vocales de basse.

Dans la discussion qui suivit, POYET a fait justement remarquer que bien des ténors sont la plupart du temps

des barytons « dont le larynx servi par des muscles vigoureux peut, grâce à cette vigueur, grâce à un souffle puissant, rendre des sons élevés et arriver au si naturel et à l'ut. Petit à petit, l'organe se fatigue et bientôt, de la classe des ténors, le sujet passe dans celle des barytons et cela d'une façon définitive. »

La stroboscopie permet justement de faire le *diagnostic précis* de ces faux-ténors, alors que l'examen laryngologique et l'étude acoustique ne peuvent y suffire. En effet, toute réduction de la portion vibrante des cordes vocales constatée à la stroboscopie doit être considérée comme un procédé d'adaptation phonique, qui ne peut réaliser au mieux l'émission vocale, mais qui supplée à la déficience des possibilités anatomo-physiologiques du sujet.

En définitive, dans tous les cas d'inadaptation vocale, il faut se rappeler que toute modification pathologique de la fermeture glottique est la conséquence de troubles motionnels ou de troubles réactionnels, troubles mentionnés dans un précédent chapitre. L'hyperkinésie ou serrage laryngé constitue un obstacle important à la production de la voix et à sa fourniture en harmoniques. Tôt ou tard, ce serrage aboutit à la parésie des muscles, en raison de l'effort disproportionné qui leur est imposé, et cette parésie, une fois constituée et généralisée, peut donner lieu à la formation d'un nodule de la corde vocale.

B. — HYPOTONIES MUSCULAIRES

La fermeture de la glotte exige l'intégrité de tous les muscles extrinsèques et intrinsèques participant à la mise en position phonique des cordes vocales. Or, l'accolement médian des cordes en vibration peut être troublé par l'existence d'une hypotonie des muscles adducteurs ou des muscles thyro-aryténoïdiens.

1° *Parésie des adducteurs.*

— Physiologie pathologique : L'hypotonie des muscles de l'adduction se produit lorsque le professionnel de la voix a imposé à ses cordes vocales un effort inconsidéré afin d'obtenir de son larynx une suppléance phonique pour un trouble motionnel ou réactionnel. Les muscles touchés sont : les aryténoïdiens transverse et obliques qui assurent la mise en contact des deux cartilage aryténoïdes sur la ligne médiane; les crico-aryténoïdiens latéraux, qui attirent l'apophyse musculaire des aryténoïdes en avant et en dehors, ce qui porte l'apophyse vocale en dedans et en arrière; les crico-aryténoïdiens postérieurs, qui maintiennent les aryténoïdes, sollicités en avant, sur leur selle cricoïdienne. L'hypotonie de ces muscles adducteurs réduit le mouvement de rotation de dehors en dedans des cartilages aryténoïdes, de sorte que les apophyses vocales sont situées plus en avant, en dehors et en haut que normalement.

— Symptomatologie: Le forcement des muscles de l'adduction est représenté par un aspect particulier de la fente glottique. A chaque vibration, la partie postérieure de cette fente reste ouverte en forme de triangle allongé dont la base correspond à la commissure interaryténoïdienne et le sommet à la jonction du 1/3 antérieur et des 2/3 postérieurs des deux cordes vocales. La base est plus ou moins élargie suivant l'amplitude vibratoire et le degré de l'altération myopathique.

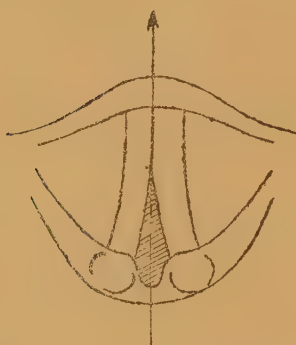


Fig. I. — Parésie des adducteurs

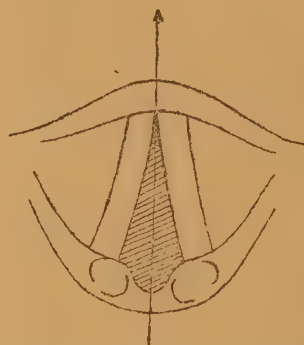


Fig. II: Paralysie des adducteurs

(Aspect dans les efforts de phonation)

La fig. II est la reproduction de la fig. 41 de l'Atlas de Grunwald

La pointe du triangle n'est pas thyroïdienne durant la phonation, mais située au 1/3 antérieur des rubans vocaux.

Au contraire, la *paralysie* des adducteurs donne une image également triangulaire mais à pointe thyroïdienne.

A un degré de moins, dans la *parésie*, l'ouverture des cordes vocales est seulement limitée aux $\frac{2}{3}$ postérieurs des cordes.

Dans l'examen laryngé sans stroboscopie, cette myopathie se décèle mal parce que les cordes vocales en vibration apparaissent en position intermédiaire, c'est-à-dire dans leur situation moyenne correspondant aux écarts résultant de la vibration. L'examen stroboscopique permet seul de bien voir la myopathie, car elle est souvent marquée au temps maximum d'élongation ou de plus grand écartement latéral vibratoire.

Cette fente glottique anormale due à l'insuffisance des adducteurs ne se voit pas obligatoirement sur toute l'étendue vocale; elle peut n'être visible que dans l'aigu de la voix ou uniquement sur les notes de passage (BARATOUX). Mais elle peut exister également sur toute la tessiture, surtout si le sujet continue à parler ou à chanter dans les conditions antiphysiologiques.

La plupart du temps, l'amplitude vibratoire se montre assez diminuée à la partie postérieure des rubans vocaux, dans ces cas de parésie d'adduction.

Au point de vue du rendement vocal, la parésie des adducteurs détermine un « coulage d'air »; les attaques vocales sont moins franches, le timbre diminué. Le professionnel de la voix se rend facilement compte de l'effort inaccoutumé résultant de la dépense d'air exagérée.

En définitive, la parésie de l'adduction est une manifestation clinique bien caractéristique et facile à reconnaître, grâce à la stroboscopie. Il s'agit là d'une hypotonie fonctionnelle de plusieurs muscles à action synergique que les travaux de TARNEAUD ont permis d'individualiser et de caractériser.

2° *Parésie des thyro-aryténoïdiens ou parésie de la tension.*

Physiologie normale: Rappelons brièvement le mécanisme de la tension des cordes vocales.

Faible lorsque les muscles ont leur seul tonus de repos, la tension des cordes vocales nécessaire à la phonation est forte lorsque les muscles de l'adduction immobilisent les insertions postérieures des muscles thyro-aryténoïdiens, tandis que les crico-thyroïdiens et les sterno-thyroïdiens fixent les insertions antérieures de ces thyro-aryténoïdiens.

Les cartilages aryténoïdes sont alors fixés sur leur selle cricoïdienne. A ce moment, les 2 rubans vocaux se contractent sans pouvoir se raccourcir, qualité propre au développement d'une élasticité considérable. Ils acquièrent ce que les auteurs ont dénommé: la « *tension passive* ».

L'action des muscles crico-thyroïdiens est connue depuis COOPER (1784) et MAGENDIE (1793). Elle attire en avant et en bas le cartilage thyroïde et le rapproche du

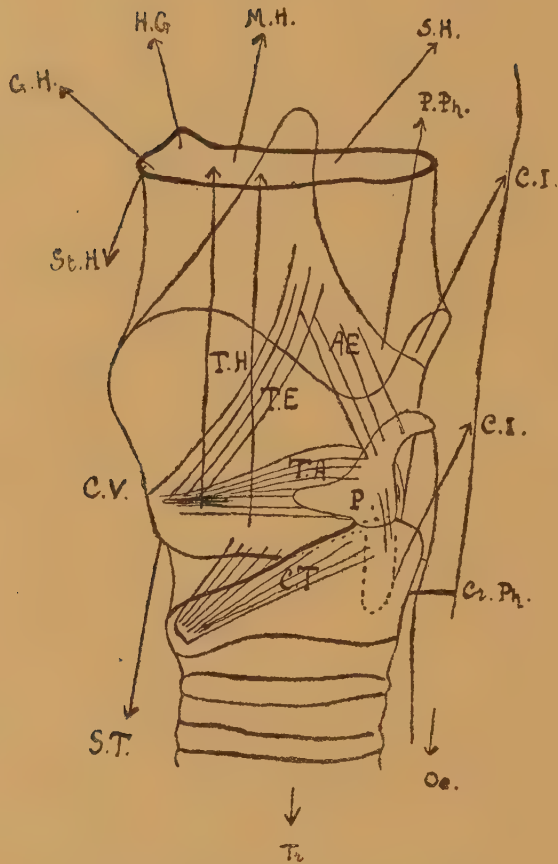
cartilage cricoïde. Pour d'autres auteurs, elle porterait en arrière et en haut le cartilage cricoïde.

De toutes façons, le résultat est le même: *la contraction des crico-thyroïdiens permet la tension des rubans vocaux*. En outre, l'air expiratoire produit une élévation du cricoïde, ce qui détermine une augmentation de la tension des rubans vocaux.

Notons que les positions respectives des cartilages thyroïde et cricoïde dépendent également du muscle sterno-thyroïdien qui est obligatoirement contracté lorsque les cordes doivent entrer en phonation. Ce dernier remplit donc, suivant son aiguillage chronaxique, les fonctions d'antagoniste ou d'adjuvant du muscle crico-thyroïdien et, en définitive, permet la fixation convenable du cartilage thyroïde durant la phonation.

La tension des cordes vocales résulte donc d'un mécanisme complexe auquel participent les muscles intrinsèques et extrinsèques de larynx et non, comme on l'a écrit, de l'action des seuls muscles vocaux thyro-aryténoïdiens et crico-thyroïdiens. (Fig 8).

En conséquence des considérations de physiologie qui viennent d'être exposées, TARNEAUD conclut à juste titre que la parésie des thyro-aryténoïdiens se produit surtout lorsque l'immobilisation antérieure et postérieure des points de fixation de l'insertion des rubans vocaux n'est plus assurée.



Action des muscles extrinsèques du larynx

G.H.: Génio-hyoïdien.
 H.G.: Hyo-glosse.
 M.H.: Mylo-hyoïdien.
 S.H.: Stylo-hyoïdien.
 C.I.: Constricteur inf.
 St.H.: Sterno-hyoïdien.
 C.T.: Crico-thyroïdien.
 A.E.: Ary-épiglottique.
 T.E.: Thyro-épiglottique.

T.H.: Thyro-hyoïdien.
 S.T.: Sterno-thyroïdien.
 Tr.: Trachée.
 Œ.: Œsophage.
 P.Ph.: Pharyngo-palatin.
 Cr.Ph.: Crico-pharyngé.
 T.A.: Tiro-aryténoidien.
 P.: Prosticus.
 C.V.: Corde vocale.

(D'après Négus)

Elle ne résulte donc pas seulement de la fatigue même du muscle thyro-arythénoïdien, mais beaucoup plus de la fatigue générale de toute la musculature extrinsèque et intrinsèque du larynx.

Lorsque le thyro-arythénoïdien, muscle de la vibration, se fatigue et se parésie à la suite de troubles motionnels ou réactionnels, son degré de tension active résultant de sa contractilité propre diminue, son flottement dans la cavité laryngée augmente. On décèle alors l'existence d'une *composante verticale* durant le mouvement vibratoire et, à la phase d'accolement médian des cordes vocales, la fermeture glottique est insuffisante sur toute la portion ligamenteuse des cordes vocales, en même temps que la résistance à la pression sous-glottique est amoindrie. En outre, la stagnation de mucosités à la jonction du tiers antérieur et des deux tiers postérieurs des cordes vocales est un signe très net de l'affaiblissement des thyro-aryténoïdiens. En effet, normalement les mucosités ne peuvent séjourner en un point quelconque du bord libre, car la vibration les rejette au niveau des commissures antérieure et postérieure, lieux de moindre mouvement. On sait que la présence de ces sécrétions entre les deux cordes vocales au moment de la phonation constitue « les grailons », les « chats » qui gênent l'émission vocale.

L'intérêt de ces longues considérations physio-pathologiques est double :

1° *Intérêt pathogénique*: le mécanisme de la formation d'un nodule semble bien pouvoir être envisagé avec TARNEAUD comme la conséquence d'une hypotonie généralisée de tous les muscles extra- et intra-laryngés qui assurent la position phonique normale des cordes vocales.

2° *Intérêt diagnostique et thérapeutique*: le dépistage précoce des formations nodulaires, la parésie de l'adduction et de la tension, représentent d'après TARNEAUD un stade prénodulaire.

C. — PARÉSIES MYOPATHIQUES

A la suite des inflammations aiguës ou chroniques du larynx et dans les infiltrations pathologiques, nous savons que l'atteinte du tissu musculaire peut déterminer la myopathie particulière d'un ou plusieurs muscles, dont la description est dans tous les traités et qu'en conséquence nous ne rappellerons que brièvement.

La parésie de l'ary-aryténoïdien donne une ouverture triangulaire postérieure des cordes vocales en phonation, qui se voit nettement à la stroboscopie. La fermeture glottique n'est plus assurée dans la partie cartilagineuse.

La myopathie bilatérale du thyro-aryténoïdien détermine une ouverture elliptique de la glotte nettement appréciable à la stroboscopie.

L'atteinte myopathique du crico-aryténoïdien latéral dé-

termine une ouverture triangulaire à base antérieure de la glotte cartilagineuse.

Enfin, la *paralysie bilatérale du thyro-aryténoïdien et de l'ary-aryténoïdien* montre une ouverture glottique particulière. La glotte est divisée en deux portions : une grande comprenant les deux tiers antérieurs des cordes vocales, et une petite comprenant le tiers postérieur des cordes vocales.

L'altération des trois muscles crico-aryténoïdien latéral thyro-aryténoïdien et ary-aryténoïdien laisse la corde vocale dans la position de respiration.

L'atteinte du muscle crico-aryténoïdien postérieur ou posticus situe la corde vocale au repos dans une position paramédiane (paralysie de la dilatation).

D. — PARALYSIES LARYNGÉES

Le stroboscope permet de définir exactement la position des deux cordes vocales. Il rend donc grand service dans l'appréciation de toute laryngoplégie. Pour que cet examen soit encore plus précis, H. GUTZMANN utilise un miroir laryngé spécial sur lequel sont gravés 4 carrés de 3 millimètres de hauteur.

On sait que la fermeture glottique présente, dans les paralysies laryngées, des *variations multiples* en fonction de la situation plus ou moins médiane de la corde vocale, de son état trophique et aussi de la compensation obtenue

soit par la corde vocale saine, soit par la conservation de certains mouvements partiels de la musculature. Pour bien des auteurs, la plupart des muscles du larynx auraient une innervation double. Après EXNER, RETHI nous a montré que le nerf laryngé supérieur double parfois le récurrent et envoie des rameaux à tous les muscles du larynx, sauf au crico-aryténoïdien postérieur. De plus certains muscles laryngés sont susceptibles de recevoir des filets nerveux hétéro-latéraux. Il y a donc, suivant les sujets, une grande variabilité anatomique dans la distribution des nerfs du larynx, de sorte que les diverses laryngoplégies peuvent présenter des aspects tout à fait particuliers. Telle est la leçon que les derniers travaux sur l'innervation du larynx nous ont apportée, en nous infirmant la systématisation nette des atteintes paralytiques des nerfs laryngés.

La stroboscopie permet seule l'établissement du diagnostic exact de paralysie du ou des dilatateurs. Celle-ci est, en effet, constituée par une monoplégie ou une diplégie respiratoire dans laquelle l'abduction est abolie alors que l'adduction est conservée.

A l'examen au miroir laryngé sans stroboscopie, on commet l'erreur de prendre le mouvement vibratoire pour un mouvement d'adduction. Une corde vocale paralysée, quelle que soit sa position laryngée, vibre durant la phonation, mais de façon anormale, c'est-à-dire avec une composante verticale importante.

Pour affirmer le diagnostic précis de la paralysie du dilatateur, il ne suffit pas qu'une corde vocale vibre, il faut avant tout reconnaître que cette corde vocale possède dans la phonation un mouvement de rapprochement vers la ligne médiane.

Ce dit mouvement permet de différencier l'image de la paralysie de la dilatation des images de la paralysie récurrentielle totale et de l'ankylose crico-aryténoïdienne. Dans cette différenciation, la laryngostroboscopie rend des services appréciables, qui devraient être utilisés de façon systématique.

La paralysie isolée du nerf laryngé supérieur produit un manque d'occlusion de toute l'étendue glottique. L'atteinte du crico-aryténoïdien, muscle contre-agoniste du thyro-aryténoïdien, détermine, comme on le sait, le flottement du bord libre de la corde vocale et une vibration dont l'aspect est celui d'un drapeau qui flotte au vent.

E. — ARTHRITES CRICO-ARYTÉNOIDIENNES

L'immobilisation d'une ou des deux cordes vocales est, la plupart du temps, considérée comme une atteinte du récurrent et plus rarement interprétée comme une séquelle arthropathique. Il est certain que la vue du larynx permet de confondre l'arthrite crico-aryténoïdienne avec la paralysie récurrentielle; aussi allons-nous rendre compte

de l'intérêt que présente la stroboscopie pour différencier ces deux affections.

Le diagnostic différentiel de la paralysie récurrentielle et de l'ankylose crico-aryténoïdienne.

Pour établir ce diagnostic, l'étude serrée de l'état général et de l'état laryngé, la recherche des circonstances étiologiques, l'analyse chronologique précise des faits et les symptômes doivent être recueillis avec soin. Dans la paralysie récurrentielle, comme dans l'ankylose crico-aryténoïdienne, on ne peut tabler sur l'aspect de la glotte en phonation ou sur la situation basse de l'hémi-larynx touché pour établir le diagnostic différentiel de ces deux affections.

Par contre, à la stroboscopie, les renseignements diffèrent et donnent la clé du diagnostic.

Dans la paralysie récurrentielle, il y a tout d'abord dénivellation presque constante: la corde vocale atteinte étant plus basse et paraissant plus courte du fait de l'abaissement de l'aryténoïde.

En outre, à la stroboscopie, il existe une vibration dont le caractère est de comporter une composante verticale nette: la corde bat de haut en bas.

Dans l'ankylose crico-aryténoïdienne par contre, le raccourcissement de la corde et la dénivellation sont, en général, peu accusés ou non accusés et bien entendu, la corde vocale vibre normalement, c'est-à-dire latéralement;

cependant, la forme de la vibration peut être modifiée à la partie postérieure de la corde qui, influencée par l'ankylose, a une amplitude vibratoire très réduite ou nulle, mais les vibrations sont conservées dans leur forme horizontale au niveau de la partie antérieure de la corde.

L'intéressante observation, recueillie par VIAL, relate un cas d'ankylose crico-aryténoïdienne diagnostiquée de façon positive, grâce à la stroboscopie.

**

Le sergent de tirailleurs algériens P... Léon, de nationalité française, entre le 15 octobre 1936 à l'hôpital militaire Sédillot, avec le diagnostic de laryngite porté par le médecin de son corps, cinq jours auparavant. Le malade, âgé de 28 ans, est depuis neuf ans dans l'armée.

On relève les antécédents pathologiques suivants : varicelle, rougeole pendant le jeune âge; quelques bronchites, une crise appendiculaire suivie d'intervention en 1925, une sinusite maxillaire chronique droite traitée par CALDWELLUC en 1928, de nombreuses poussées de furonculose et une chute récente de motocyclette compliquée d'hydarthrose qui l'a immobilisé pendant cinquante-deux jours. De plus, le malade est grand buveur et ne fait, d'autre part, aucune difficulté pour avouer qu'il a contracté un chancre syphilitique génital au début de 1933. Il a reçu, à ce moment, trois séries de piqûres de novarsénobenzol et son traitement se trouve interrompu depuis mars 1936.

Actuellement, il se plaint d'une gêne à la déglutition des solides et d'une certaine difficulté pharyngée pour l'énon-

cé des commandements. Les troubles ont débuté le 1^{er} octobre.

Nous avons l'occasion d'observer le malade qui présente l'image laryngoscopique suivante: infiltration oedémateuse de l'épiglotte et des bandes ventriculaires, des aryténoïdes et des replis aryténo-épiglottiques. Cordes vocales sensiblement normales, légèrement hyperémiées. La motricité laryngée est fortement altérée; la corde vocale gauche est immobilisée en légère abduction, la corde droite est parésiée et présente une abduction limitée: l'image motrice est presque celle d'un syndrome de Gerhardt au début.

L'examen de la cavité buccale révèle une gingivite chronique assez accusée avec pyorrhée. Les amygdales ont été morcelées à la pince de Ruault, pendant la guerre. Les deux premières molaires inférieures, la deuxième prémolaire supérieure gauche, la deuxième prémolaire supérieure droite et la première molaire inférieure droite ont été extraites. L'examen rhinoscopique antérieur montre une muqueuse rouge, enflammée chroniquement et une épine de cloison saillante à droite.

A l'examen radioscopique pratiqué le lendemain, on trouve un aspect légèrement suspect de la région intercléido-hilaire droite, dont la trame est un peu épaissie et les contours flous. La bacilloscopie est négative. La réaction de VERNES à la résorcine est peu démonstrative; B. W. positif.

Le diagnostic de laryngite syphilitique tertiaire est porté et le patient reçoit d'abord une série d'injections de

cyanure, puis une première série de novarsénobenzol. Dès le 12 novembre, il se sent très amélioré.

A ce moment, nous regardons à nouveau son larynx : l'infiltration a diminué, la corde gauche est toujours rigoureusement immobilisée en semi-abduction et hyperémique. La corde droite se mobilise normalement. Les aryténoïdes sont infiltrés.

Le diagnostic reste hésitant entre paralysie récurrentielle et ankylose crico-aryténoïdienne.

Nous pratiquons alors un examen stroboscopique du larynx rendu d'ailleurs difficile, comme la laryngoscopie simple elle-même, par une épiglote en toit surplombant la cavité laryngée, afin de savoir si la corde gauche vibre et quelle est la forme de sa vibration. Après anesthésie, et en faisant phoner le patient sur une tonalité assez basse, pour rendre la vibration plus sensible, nous remarquons que *la corde gauche présente une vibration horizontale*, moins nette toutefois que celle de la corde vocale droite.

Nous portons le diagnostic d'arthrite crico-aryténoïdienne bilatérale avec séquelle ankylosante du côté gauche.

Malgré sa lésion, le malade n'a jamais présenté de dysphonie nette. On pouvait remarquer simplement un peu de raucité à l'émission de la voyelle é, lors de l'examen laryngo-stroboscopique. Le malade est actuellement en voie de guérison, mais avec la séquelle ankylosante mentionnée.

En somme, syphilôme évoluant à bas bruit, n'ayant provoqué ni dyspnée au début, alors que l'image laryn-

goscopique était presque celle d'une paralysie des dilateurs, ni dysphonie marquée, alors que s'organisait une ankylose complète de son articulation crico-aryténoïdienne gauche.

En définitive, dans les cas de diagnostic incertain entre la paralysie récurrentielle et l'ankylose crico-aryténoïdienne, la conservation du mouvement vibratoire normal sur une partie de la corde vocale constitue un symptôme majeur en faveur de l'arthropathie, quelle qu'en soit l'origine, grippe, rhumatisme, goutte, syphilis, tuberculose, affection locale ou par apport sanguin.

C'est là une des conquêtes et non des moindres de la stroboscopie, étant donné que le diagnostic différentiel de la paralysie récurrentielle et de l'arthropathie crico-aryténoïdienne est souvent des plus difficiles.

2° Altération du bord des cordes vocales.

Les altérations du bord libre de la corde vocale amènent des modifications nettes de la fermeture glottique que l'on constate à la stroboscopie.

C'est ainsi que le nodule sépare la fente glottique en deux segments de valeur inégale. La vibration des lèvres de la petite fente glottique antérieure est moins ample que celle du bord de la fente glottique postérieure.

SÈGRE a bien précisé que le stroboscope permet de faire le diagnostic entre un nodule et un relâchement ou

repli du bord cordal qui peut apparaître dans la phonation à la suite d'une fatigue occasionnelle.

DAHMANN a montré que les petits nodules vibrent avec la même fréquence que la corde vocale alors que la perle de mucus, ne faisant pas partie intégrante de la masse vibrante et n'en recevant que des impulsions indirectes, vibre à une fréquence différente. La vue stroboscopique rend compte de toutes les irrégularités du bord libre de la corde vocale et en particulier du relâchement consécutif à la parésie des tenseurs. En ce cas, le bord est mince, un peu flou et semble vibrer avec une certaine autonomie. Ceci résulte de l'amincissement et du relâchement marqués du bord libre de la corde; le mouvement de la corde peut se comparer au flottement du drapeau au vent; aussi, nous l'avons vu, TARNEAUD nomme cette particularité vibratoire: la vibration en drapeau.

Toute inflammation un peu profonde de la corde vocale autour de son bord libre montre qu'en ces points d'accolement, la vibration disparaît ou s'atténue de façon sensible.

Enfin, notons que les villosités ou les infiltrations de la partie postérieure de la commissure inter-aryténoïdienne, gênant le rapprochement des deux apophyses vocales, cause une insuffisance de fermeture de la glotte cartilagineuse et modifie l'accolement médian des cordes pendant la période vibratoire.

Il importe de signaler que, dans tous les cas où cet accollement médian des cordes n'est pas correct, il peut s'ajouter des troubles de l'amplitude ou de la fréquence vibratoire.

DES ALTERATIONS DE LA POSITION DES CORDES VOCALES VUES EN STROBOSCOPIE

L'examen stroboscopique permet de se rendre parfaitement compte de toute dénivellation d'une corde vocale, par rapport à l'autre, et d'en vérifier l'importance et les conditions.

Cette dénivellation est constatée dans :

- a) la paralysie récurrentielle;
- b) les séquelles arthropathiques crico-aryténoïdiennes;
- c) certaines anomalies constitutionnelles du larynx.

a) *Dans l'hémiplégie laryngée*, la corde vocale atteinte paraît plus courte et elle occupe un plan inférieur à celui de la corde vocale normale. En effet, sa fixation postérieure est incomplète, l'aryténoïde est un peu basculé en avant, du fait qu'il n'est plus maintenu en arrière par la sangle du crico-aryténoïdien postérieur.

Cette dénivellation, la fermeture glottique insuffisante et l'augmentation de la composante verticale de la vibration sont les données dont la variabilité explique toute la

gamme des dysphonies qui accompagnent l'hémiplégie laryngée, depuis la voix soufflée jusqu'à la bitonalité.

L'examen stroboscopique permet également de voir dans quelles proportions la dénivellation de la corde atteinte peut être corrigée par des contrepressions latérales sur le cartilage thyroïde et par des manœuvres rééducatives, afin d'obtenir la restitution complète de la voix (STERN, TARNEAUD, MATHEY).

Lorsque, dans la paralysie récurrentielle, on ne constate pas de troubles de la phonation, comme le faisait remarquer FEUZ, l'explication en est donnée par le stroboscope, qui montre que l'adaptation et la compensation musculaires sont parfaites et ont corrigé la dénivellation et l'ouverture glottique exagérée, au point qu'on ne pourrait, par le seul examen de la voix, affirmer la présence d'une paralysie récurrentielle.

La stroboscopie donne la clef de la corrélation des symptômes phoniques et des signes laryngoplégiques; ce qui est essentiel dans l'étude diagnostique, pronostique et thérapeutique de toute paralysie laryngée.

b) *Dans les séquelles arthropathiques crico-aryténoïdiennes*, la situation du cartilage aryténoïde est, en général, dans la respiration et dans la phonation, plus basse en avant et en dehors que normalement. De plus, la muqueuse péri-aryténoïdienne est, en général, moins étoffée que du

côté sain. L'ankylose crico-aryténoïdienne a pour résultat d'abaisser le niveau de la corde vocale, mais surtout en sa partie postérieure, et de façon moindre que dans la paralysie récurrentielle, ainsi que l'ont montré nos recherches stroboscopiques.

c) *Dans certaines anomalies constitutionnelles du larynx* la situation particulière des aryténoïdes ou la laxité de l'articulation crico-aryténoïdienne détermine le croisement et le chevauchement de ces cartilages. Il est hors de doute, comme l'a justement remarqué MALJUTIN, que le plus ou moins de mobilité des cartilages aryténoïdes dans leurs articulations crico-aryténoïdiennes ait une certaine influence sur la qualité de la voix.

Il n'est donc pas rare qu'en cas d'occlusion de la glotte, l'un des cartilages aryténoïdes soit placé plus haut que l'autre, et ceci en l'absence de toute affection laryngée et de toute altération de la santé générale. Une telle manifestation doit être conditionnée par la condition inégale des muscles aryténoïdiens obliques; le plus fort des deux soulève le cartilage plus haut.

Dans ce cas, à la stoboscopie, on constate, en plus d'une certaine diminution vibratoire due au manque d'attaque directe de la corde par le courant d'air sous-glottique, la situation anormale et élevée de la partie ligamenteuse d'une corde vocale. En concordance, diverses altérations

phoniques s'entendent; la voix est serrée, râclante, même rauque.

En définitive, la situation d'une corde par rapport à l'autre a une importance telle en laryngologie qu'on doit savoir que la stroboscopie renseigne sur ce point de façon fort concluante.

Voici clos notre chapitre de pathologie vibratoire. Nous avons pris le plus vif plaisir à parcourir la route qui mène du symptôme à la maladie; on nous reprochera peut-être d'avoir emprunté parfois le chemin des écoliers: c'est que nous l'avons cru nécessaire en raison de la grande nouveauté clinique de la méthode. Ainsi toute l'énorme classe des troubles de motilité vibratoire des cordes vocales apparaît à la stroboscopie alors que l'observation laryngoscopique ordinaire ne révèle rien. L'observation laryngoscopique ne permet de déceler une modification du comportement des cordes vocales que lorsque celle-ci est suffisamment intense pour dépasser en grandeur le degré d'imprécision et de « flou » inhérent à l'observation d'un bord libre de corde vocale en vibration. Les maladies du larynx et de la voix se traduisent d'abord pendant une période plus ou moins longue et qui ne peut atteindre deux ou trois mois, par de simples troubles de motilité vibratoire des cordes vocales observables à la stroboscopie. Au bout de ce temps seulement, le trouble est suffisamment accentué pour être visible à la laryngoscopie banale.

Ajoutons que l'on doit être particulièrement reconnaissant à la méthode stroboscopique d'avoir mis en lumière les merveilleuses facultés de compensation musculaire de l'organisme humain — c'est là sans doute une notion de portée générale en pathologie fonctionnelle musculaire, — mais c'est la stroboscopie seule qui a prouvé que cette loi des compensations et des suppléances musculaires s'appliquait aussi au larynx; ainsi ont pris naissance des thérapeutiques spéciales, sur lesquelles nous regrettons de ne pouvoir insister, sed non est locus nec hora, telles que le traitement phoniatrique de la paralysie récurrentielle par exemple.

Les découvertes dues à la laryngostroboscopie ne sont qu'à l'aurore de leur fécondité, et déjà la pathologie du larynx nous apparaît sous un jour nouveau. Tels sont les miracles réalisés par les progrès techniques de nos moyens d'investigation. Quelle mélancolie et quelle consolation à la fois que leur vérité et leur durée éphémères : « *così è, se vi pare* », eût dit Pirandello. Que sera la stroboscopie du larynx dans cinquante ans? O Science, monument toujours inachevé et indéfiniment perfectible!...

CONCLUSIONS

Parvenu au terme de ce travail, le souci de l'honnêteté scientifique nous oblige avec le Docteur TARNEAUD à faire œuvre d'auto-critique pour échapper à l'accusation d'exploiter indûment les joies de la découverte. En face de l'enthousiasme de certains de ses protagonistes et du dédain systématique de ses détracteurs, nous montrerons qu'il ne faut pas plus dénier les services rendus par la stroboscopie qu'en exagérer la portée. En somme il convient de dresser le bilan objectif et impartial des acquisitions de physiologie et de pathologie dues à la laryngostroboscopie. A son actif, nous mentionnerons donc les conquêtes suivantes :

EN PHYSIOLOGIE :

La stroboscopie a permis l'étude détaillée de la vibration des cordes vocales, *préface nécessaire à l'utilisation clinique de la méthode stroboscopique*. Rappelons les caractères de cette vibration :

1° Les cordes vocales vibrent dans leur plan horizon-

tal (plan de la glotte) qui comporte un mouvement ascendant dirigé latéralement dont la valeur minime échappe à l'observation; la pression aérienne exercée sur la face inférieure des cordes, les sépare à la façon d'un coin.

2° L'amplitude de la vibration est fonction de l'écartement des cordes vocales. Elle est normalement plus grande dans le grave que dans l'aigu; de plus elle augmente quand on passe sur un même son du piano au forte conformément à la loi de proportionnalité de l'intensité sonore au carré de l'amplitude.

3° La forme des mouvements vibratoires est indépendante de la forme même ou de la masse des cordes vocales. Elle est toujours la même chez les individus normaux, quelles que soient les caractéristiques de leurs cordes en longueur et en épaisseur.

En voix de poitrine, la masse des 2 cordes vocales est animée d'un mouvement vibratoire ample; les cordes apparaissent rondes, sous forme de bourrelets ou de lèvres.

En voix aiguë, dite de fausset ou de tête, la contraction du sphincter glottique est telle que les bords des cordes vocales paraissent seuls animés de vibrations transversales; les cordes ont l'aspect d'un ruban.

L'écartement maximum des cordes vocales en voix grave est de 3 mm. environ, la glotte a l'aspect d'une

large fente; en voix aiguë, l'ouverture glottique est minime, l'amplitude vibratoire réduite à 1 mm. environ.

Normalement, quel que soit le registre utilisé, les cordes vocales vibrent sur toute leur étendue, depuis leur attache antérieure thyroïdienne jusqu'à leur attache ary-ténoïdienne.

Le temps d'accolement médian de la glotte est variable, plus grand en voix grave qu'en voix de tête.

En voix grave, la fermeture des cordes vocales est d'une durée telle que les auteurs ont tous conclu que la phase de la fermeture de la glotte est plus longue que celle de l'ouverture.

En voix de fausset ou de tête, on voit que le temps de fermeture est très court. L'occlusion des cordes vocales est réalisée chez certains individus et manque chez d'autres, car il n'est pas indispensable que la glotte soit complètement fermée dans chaque vibration pour l'émission du son; il suffit que les cordes vocales présentent une certaine résistance au passage de l'air.

Cependant, en voix de tête ou de fausset, si la glotte reste ouverte, la clarté du son est diminuée peu ou prou, suivant le degré d'ouverture.

4° Le nombre de vibrations produites par les cordes vocales à la seconde caractérise la hauteur du son. (In *Traité pratique de phonologie et de phoniatrie*: TARNEAUD).

Par ailleurs, bien que ces notions sortent un peu du cadre strictement clinique, leur importance du point de vue physio-pathologique est telle que nous ne pouvons passer sous silence les services rendus par les recherches stroboscopiques :

EN PHONOLOGIE :

— la compréhension du fonctionnement laryngé dans la phonation ;

— l'explication théorique du phénomène vibratoire et de la production vocale ;

— la vérification des actions motionnelles et réactionnelles dans l'émission vocale, c'est-à-dire le conditionnement physico-acoustique de la voix. Les actions motionnelles, c'est-à-dire celles qui entretiennent la vibration, sont représentées par la pression sous-glottique et l'élasticité propre des cordes vocales. Les actions réactionnelles sont celles qu'exerce en retour le résonateur pharyngobuccal sur le vibreur laryngien représenté par les cordes vocales. Ainsi nous savons que les cordes vocales ne sont pas un vibreur libre, mais un vibreur entretenu qui, au surplus, cesse d'exister en temps que vibreur dès qu'on supprime le mécanisme d'entretien, c'est-à-dire la pression sous-glottique. Leur amortissement est énorme ; les cordes vocales constituent une sorte de vibreur quasi-apériodique, périodiquement relancé par l'air expiratoire.

Enfin, le larynx se trouve presque inclus dans le résonateur pharyngo-buccal, les cordes vocales sont donc un vibreur qui se trouve dans le domaine d'un résonateur (HUSSON et TARNEAUD). Il en résulte que le résonateur peut réagir sur lui.

La mise en vibration du larynx qui donne le son, n'est point due soit aux cordes, soit à l'air, mais résulte du fonctionnement et des cordes vocales et de la pression sous-glottique.

EN PATHOLOGIE:

Si on nous demandait de synthétiser en un axiome les avantages et l'intérêt pratique de la stroboscopie, il nous semble que nous pourrions nous prononcer dans les termes suivants: dans la pathologie du larynx, la stroboscopie sert à préciser un trouble de la fonction phonique des cordes vocales. Accessoire dans l'étude des lésions organiques, elle est indispensable lorsque le diagnostic de l'altération organique exige la détermination de la perturbation fonctionnelle des cordes vocales ou lorsqu'au point de vue pronostic on veut évaluer le potentiel dynamique du larynx.

DAHMAN, STERN et HEYMAN ont montré que l'observation stroboscopique permet le diagnostic précoce d'un grand nombre d'affections du larynx. En effet, avec le seul miroir laryngé, l'observation se fait en phonation

sur une corde vocale floue, parce qu'animée de mouvements vibratoires. Au contraire, en stroboscopie, elle se fait sur un larynx où l'aspect de la corde vocale apparaît net et précis.

Toute infiltration d'une corde vocale se révèle d'abord par un simple trouble de la capacité vibratoire observable seulement à la stroboscopie. C'est ainsi que dans plusieurs cas de tuberculose et de néoplasme de la corde vocale au début, le Docteur TARNEAUD dit avoir été grandement servi par l'observation stroboscopique qui lui a permis de contrôler une infiltration localisée de la corde vocale bien mieux que par le simple examen au miroir. *Les laryngites catarrhales aiguës et chroniques* déterminent un affaissement et une irrégularité de la capacité vibratoire. *L'œdème des cordes vocales* se traduit par leur agitation molle et tremblante. Les altérations laryngées infiltrantes dues à la tuberculose, à la syphilis, au cancer diminuent l'intensité, l'amplitude vibratoire. Aux lésions localisées correspond une restriction vibratoire importante; aux lésions étendues, l'absence de vibration ou une inégalité de fréquence vibratoire entre les 2 cordes pour un son donné.

Dans le coup de fouet laryngien, les auteurs s'accordent à reconnaître que l'hémorragie peut être soit intramusculaire, soit superficielle. Dans l'établissement du pronostic, la stroboscopie rend service, car l'infiltration hématomatique et intra-musculaire donnera toujours un arrêt

vibratoire, alors qu'une hémorragie de surface sera seulement accompagnée d'une diminution du comportement vibratoire.

Dans l'ensemble, si l'on peut penser avec SOKOLOWSKY que la simple laryngoscopie est parfaitement suffisante à l'établissement d'un diagnostic de lésion des cordes vocales et que l'on a eu tort de vouloir tirer d'observations stroboscopiques systématiques du larynx des conclusions ayant force de loi, il faut bien reconnaître loyalement l'utilité d'une méthode qui apporte à l'observateur un élément de plus pour poser son diagnostic.

En particulier, l'utilité de la stroboscopie est manifeste pour établir.

a) la situation de la corde vocale dans les laryngoplégies;

b) le diagnostic différentiel de la paralysie récurrentielle et de l'ankylose crico-aryténoïdienne;

c) le diagnostic précis des affections laryngées dites fonctionnelles;

d) le contrôle de la thérapeutique orthophonique.

a) LA SITUATION DE LA CORDE VOCALE DANS LES LARYNGOPLÉGIES:.

Aucun médecin ne pourrait poser un diagnostic de paraplégie des membres inférieurs sans avoir fait subir préalablement au malade une épreuve de mouvements.

De même il est évident que le diagnostic exact d'une laryngoplégie exige la phonation, donc la stroboscopie, puisque seule elle permet la vue des cordes vocales quasi-immobiles indispensable pour déterminer la position précise de la corde paralysée. Dans la paralysie du dilateur constituée par une monoplégie respiratoire dans laquelle l'abduction est abolie tandis que l'adduction est conservée, la simple laryngoscopie fait commettre l'erreur de prendre le mouvement vibratoire pour un mouvement d'adduction. Avec la stroboscopie on se rend parfaitement compte si une corde vocale possède dans la phonation un mouvement de rapprochement vers la ligne médiane et ainsi on peut établir de façon certaine l'existence d'une paralysie réelle du dilateur ou posticus et la différencier des images de la paralysie récurrentielle totale ou de l'ankylose crico-aryténoïdienne.

b) LE DIAGNOSTIC DIFFÉRENTIEL DE LA PARALYSIE RÉCURRENTIELLE ET DE L'ANKYLOSE CRICO-ARYTÉNOÏDIENNE :

Les observations de KATZENSTEIN et SEEMANN, HEYMANN, TARNEAUD et STERN ont montré l'importance des modifications du mode vibratoire des cordes vocales pour le diagnostic de la paralysie récurrentielle. Comme le dit TARNEAUD, « les caractères de la vibration de la corde immobilisée sont susceptibles d'apporter dans bien des cas une preuve décisive de l'ankylose crico-aryténoïdienne, si

souvent prise pour une hémiplégie laryngée ». Dans les cas de diagnostic incertain, si la corde vocale immobile conserve sur une partie de son étendue des vibrations de forme horizontale, ce signe clinique est particulier à l'ankylose crico-aryténoïdienne quelle qu'en soit l'origine, grippe, rhumatisme, goutte, syphilis, tuberculose, affection locale ou par apport sanguin.

c) LE DIAGNOSTIC PRÉCIS DES AFFECTIONS LARYNGÉES DITES FONCTIONNELLES :

Grâce à la stroboscopie, nous pouvons reconnaître de façon absolue la cause organique de ces affections longtemps et à tort dénommées fonctionnelles parce qu'elles n'étaient pas accompagnées d'une lésion anatomo-pathologique.

Jusqu'à ces temps derniers, le diagnostic des altérations laryngées dites fonctionnelles était simple: l'interrogatoire du sujet et son émission renseignaient le laryngologiste sur la nature des troubles vocaux ressentis. Puis ce dernier, à l'aide du miroir laryngé, ne constatant pas d'altérations inflammatoires, prononçait les mots de « malmenage », de « surmenage » ou de « phonosthénie ». On voudra bien reconnaître qu'outre l'imprécision de ces termes on n'avait guère, de ce fait, de renseignements d'ordre étiologique et pathogénique.

Or, en concordance des perturbations de la fonction

phonique laryngée, on constate toujours une anomalie de la vibration ou de la situation phonique des cordes vocales. Grâce à la stroboscopie, on est mis en présence de l'altération causale qui a perturbé l'équilibre fonctionnel laryngé, alors que l'observation laryngoscopique ordinaire est insuffisante. Le trouble dit fonctionnel peut se reconnaître, s'analyser, se préciser, s'évaluer, de sorte qu'il ne peut plus être question de la dénommer par des appellations trop génériques qui n'expriment aucune causalité visible, telles que phonasthénie, surmenage, malmenage.

S'il faut apporter une preuve de plus à l'édifice qu'a réalisé la stroboscopie dans l'analyse de la pathologie vocale, il suffit de rappeler qu'il peut exister, dans l'émission de la parole ou de la voix, des trous phoniques en un point précis de la gamme. Et précisément, sur ces trous, la stroboscopie décèle le degré et la nature de l'anomalie du comportement des cordes vocales, alors que, par ailleurs, ce dernier est parfaitement normal.

Dans les affections vocales, l'examen stroboscopique donne donc le symptôme *fondamental* qui sert de base au diagnostic. On a voulu demander au stroboscope qu'il donne à lui seul le diagnostic; et ceci provient de ce que l'examen au miroir laryngé suffit habituellement à reconnaître la laryngopathie. Une distinction doit être faite pour les maladies de la voix, car l'examen de tous les organes de la phonation et même l'étude somatique géné-

Envoyé par : le, n°
Vient consulter pour :

EXAMEN GÉNÉRAL

Poumons :
Tractus gastro-intestinal :
Troubles circulatoires :
Tension artérielle :
Troubles endocriniens :
Examen neurologique :
Coefficient psychique :

EXAMEN O. R. L.

Oreilles :
Fosses nasales :
Pharynx :
Voile du palais :
Larynx (morphologie externe) :
Cordes vocales :
Examen stroboscopique :

EXAMEN VOCAL

Mode respiratoire :
Déplacement du larynx pendant l'acte vocal (élévation ? abaissement ?)

Voix parlée	Spirométrie	Verdin	Voix chantée	Attaque.
Epreuve d'assourdissement :	Diagnostic :	Périmètre sous-axillaire.	Périmètre costo-abdominal.	Classement.
				Emploi.
				Timbre.
				Etendue.
				Passages.
				Traitement :

rale est souvent indispensable pour la compréhension du symptôme révélé au stroboscope.

On constate, par exemple, une diminution de l'amplitude vibratoire; ce n'est là qu'un élément du diagnostic. Il faut rechercher la cause de l'altération vibratoire qui peut être due à un trouble motionnel ou réactionnel, lequel peut également relever de nombreuses causes. On aurait tort de croire qu'une pareille complexité est spéciale aux problèmes pathogéniques que soulève la séméiologie laryngostroboscopique. Car ainsi que le disait le Professeur ABRAMI, dans sa belle leçon inaugurale: « la vie d'un organisme se manifeste surtout sous l'aspect d'un système d'équilibres fonctionnels, système terriblement, mais merveilleusement compliqué où les équilibres enchevêtrés les uns dans les autres, sous l'étroite dépendance les uns des autres, ne se maintiennent qu'avec la complicité d'un nombre immense de facteurs ».

Bref, en stroboscopie laryngée, comme en pathologie générale, il faut remonter du symptôme à la cause afin d'établir le diagnostic pathogénique, le seul de valeur puisque seul il permet un traitement efficient parce que causal. La vue des cordes vocales quasi-immobiles et l'analyse du comportement vibratoire mettent en valeur :

1° *Les hyperkinésies vocales.*

Caractérisées par le non ou le moindre écartement des cordes vocales, la diminution de l'amplitude vibratoire

sur tout ou partie de la tessiture, la réduction de la longueur vibrante des cordes vocales. Rappelons que les hyperkinésies sont le fait :

— des affections du système nerveux central qui déterminent des contractures ou spasmes : tabès, chorée, sclérose en plaque, paralysie générale, etc...;

— de certaines affections organiques extra-laryngées agissant par voie réflexe : troubles gastro-intestinaux, rhino-sinusites, amygdalites, pharyngites aiguës et chroniques, etc...;

— des affections du comportement moteur (ancienne aphonie hystérique) ;

— des dyscoordinations musculaires réalisées au cours de l'acquisition de la parole et de la voix chantée.

2° *Les hypokinésies vocales.*

Dans lesquelles l'amplitude de la vibration est exagérée, la fermeture glottique anormale, qu'il s'agisse de parésie des muscles adducteurs ou des muscles thyro-aryténoïdiens. L'hypotonie des muscles de l'adduction succède le plus souvent à l'hyperkinésie et se produit lorsque le professionnel de la voix a imposé à ses cordes vocales un effort inconsidéré afin d'obtenir de son larynx une suppléance phonique pour un trouble motionnel ou réactionnel. Dans ce cas, à chaque vibration, la partie postérieure de la fente glottique reste ouverte en forme de triangle allongé dont la base correspond à la commissure inter-

aryténoïdienne et le sommet au point de jonction du $1/3$ antérieur et des $2/3$ postérieurs des cordes vocales. Dans l'examen laryngé sans stroboscopie, cette myopathie se décèle mal, parce que les cordes vocales en vibration apparaissent en position intermédiaire, c'est-à-dire dans leur situation moyenne correspondant aux écarts résultant de la vibration. Il s'ensuit donc que l'examen stroboscopique permet seule de bien voir la myopathie, surtout marquée au temps maximum d'élongation ou de plus grand écartement latéral vibratoire.

Quant à la parésie des thyro-aryténoïdiens, nous avons vu qu'elle résultait non pas seulement de la fatigue du muscle thyro-aryténoïdien, mais encore de la fatigue générale de toute la musculature extrinsèque et intrinsèque du larynx. Elle se révèle par l'existence d'une composante verticale durant le mouvement vibratoire.

Certaines hypokinésies vocales peuvent enfin se trouver réalisées *d'emblée* en quelque sorte, c'est-à-dire en l'absence de tout stade antérieur d'hyperkinésie : ce sont celles qui résultent :

— d'un état général déficient : anémie, tuberculose générale, convalescence ;

— d'un trouble vasculaire sanguin : dysendocrinie, anémie, variations du pH, hyposurréalisme, maladie d'Addison ;

— d'une cause locale : attribution musculaire ou inflam-

matoire contiguë: thyroïdite, amygdalite, ceci en conformité de la loi de Stokes.

3° *Les incoordinations vibratoires constitutionnelles:*

Anomalies de la situation phonique et de la forme vibratoire des rubans vocaux.

Ainsi dans le cas où l'un des cartilages arythénoïdiens est constitutionnellement placé plus haut que l'autre, on constate à la stroboscopie, en plus d'une certaine diminution vibratoire due au manque d'attaque directe de la corde par le courant d'air sous-glottique, la situation anormale et élevée de la partie ligamenteuse d'une corde vocale.

4° *Les incoordinations vibratoires acquises:*

a) Insuffisance ou exagération de la capacité vibratoire sur toute la tessiture ou dans certains îlots vocaux.

L'insuffisance de la capacité vibratoire est le fait d'un trouble motionnel ou réactionnel. Dans ces cas de mauvaise technique ou de déclassement vocal, les cordes vocales vibrent avec une amplitude réduite et même dans certains cas en voix de poitrine, la partie vibrante ne comprend que le segment interne des cordes vocales au lieu d'intéresser leur masse entière.

L'exagération de la capacité vibratoire est due soit à l'augmentation de la pression sous-glottique, soit à la fai-

blesse de la contractilité des muscles thyro-arythénoïdiens, ou encore à la réunion de ces 2 causes.

b) Vibration réduite ou raccourcie: toute réduction de la portion vibrante des cordes vocales doit être considérée comme un procédé d'adaptation phonique qui ne peut réaliser au mieux l'émission vocale, mais qui supplée à la déficience des possibilités anatomo-physiologiques du sujet (cas des barytons devenus faux-ténors).

c) Absence de fermeture glottique dans la voix de tête ou de fausset: elle entraîne une diminution de la clarté du son.

5° *L'inégalité de la fréquence vibratoire des deux cordes vocales:*

A condition qu'un trouble phonique audible l'accompagne, c'est toujours un test pathologique. Cette inégalité peut être d'origine lésionnelle ou non lésionnelle.

Lésionnelle, il s'agit alors d'une infiltration ou d'une atteinte grave du muscle thyro-aryténoïdien ou encore d'une arthrite crico-aryténoïdienne.

Non lésionnelle, elle peut résulter soit d'une modification constitutionnelle ou acquise des centres nerveux, assurant la fréquence vibratoire, ou encore d'une altération même minime des voies nerveuses qui assurent la transmission de l'influx nerveux jusqu'aux extrémités des fibrilles musculaires du muscle thyro-aryténoïdien (une lésion du nerf récurrent dans son trajet, par exemple).

6° *L'absence vibratoire unilatérale:*

Pour qu'un son soit donné, nous avons démontré qu'il pouvait suffire d'une seule corde vocale vibrant à la fréquence de ce son. Les raisons de ce phénomène peuvent être de 3 ordrs :

A) *Adaptation physiologique pure:* Il y aurait des droitiers de la voix (MALJUTIN, BRUNNER), il existerait des amblyphonies d'usage (WORMS).

B) *Adaptation physiologique consécutive à une lésion pathologique:* Ce point de vue soulève des problèmes que nous avons précédemment exposés.

C) *Manifestation pathologique:* Le phénomène de la vibration unique peut être la conséquence :

- d'une affection organique du larynx ayant altéré le revêtement ou le tissu musculaire du thyro-aryténoïdien;
- d'une lésion du crico-thyroïdien;
- d'une arthrite même légère de l'articulation crico-thyroïdien;
- d'une lésion récurrentielle, quels qu'en soient la cause et le lieu.

7° *Le mécanisme de la formation d'un nodule:*

En conséquence d'une hypotonie généralisée de tous les muscles extra- et intra-laryngés qui assurent la position phonique normale des cordes vocales. Le dépistage préco-

ce des symptômes de l'hypotonie des thyro-aryténoïdiens constitue le traitement préventif de la lésion nodulaire.

Certains auteurs ont voulu déduire de la présence d'une composante verticale dans la vibration, qu'il pourrait y avoir là un signe caractéristique de phonasthénie. Une telle conclusion est fortement exagérée et appelle une rectification. Le battement vibratoire de haut en bas qui se voit au maximum dans la paralysie récurrentielle et représente une vibration « passive » est l'indice d'une hypotonicité de la corde vocale, dont les degrés sont forcément variables — qui peut le plus peut le moins — et rien d'autre.

Il importe d'ajouter que toute altération de la rectilinéarité d'une corde vocale ne s'apprécie bien qu'à l'observation stroboscopique.

8° *L'appréciation du classement vocal :*

Toute émission vocale forcée se traduit inévitablement par une incoordination musculaire et, en conséquence, par un dérèglement de la vibration.

9° *Les modes phoniques anormaux :*

Voix des bandes ventriculaires, assurée par leur vibration (HEYMANN, FLATEAU, RETHI, GUTZMANN, CHEVALIER-JACKSON) ; voix de remplacement, due au repli aryténo-épiglottique vibrant contre la bande ventriculaire, ou contre l'épiglotte (NADOLECZNY, HAYASHI) ; ceci consécutivement à la carence sphinctérienne des cordes

vocales par suite de lésions cicatricielles graves du larynx, d'exérèses importantes, d'ankylose des articulations crico-aryténoïdiennes ou de paralysie des cordes vocales.

d) LE CONTROLE DE LA THÉRAPEUTIQUE ORTOPHONIQUE.

En conséquence logique des acquisitions précises de la stroboscopie, la thérapeutique d'exercices doit être contrôlée par l'observation au stroboscope, comme l'ont préconisé STERN, FRÆSCHELS, WEISS, STEIN et TARNEAUD.

Etant donné qu'il existe un mode vibratoire normal, celui-ci doit être récupéré; et, seulement lorsqu'il est rétabli, l'on peut affirmer la récupération du fonctionnement des cordes vocales.

Qu'il s'agisse d'opération sur les rubans vocaux, dans les cas de nodule ou de polype, qu'il s'agisse de dyscoordinations motrices, l'observation stroboscopique, au cours du traitement rééducatif, montre la diminution et la disparition de l'altération vibratoire, et autorise seule le pronostic. Pour affirmer la guérison d'un trouble vocal, il faut s'assurer de la récupération normale de la fonction laryngée.

e) LA VÉRIFICATION DE LA NATURE PSYCHOPATHIQUE D'UN TROUBLE DE LA VOIX:

Dans tous les cas où les facteurs psychiques jouent un rôle particulier dans les troubles de la voix, STERN écrit

que « la stroboscopie ne révèle la plupart du temps aucune modification par rapport à l'état normal ». Une telle observation stroboscopique négative peut donc, dans un cas semblable, fournir l'aide la plus importante pour l'établissement d'un diagnostic exact. Il nous semble, cependant, avec le Docteur TARNEAUD, qu'il faille être plus électique. S'il est des cas où la nature psychopathique d'un trouble de la voix se vérifie précisément par l'absence de modifications vibratoires à la stroboscopie, il est d'autres cas aussi où c'est l'inverse. Ce qui n'a pas lieu de nous étonner quand on connaît l'importance des commandes centrales en physiologie de la voix. Cependant la remarque de STERN n'est pas sans intérêt; elle nous fait entrevoir que ce ne sont pas toujours des observations positives qui nous guident, les observations négatives ont leur importance, principalement dans un diagnostic différentiel.

Et s'il nous est permis pour terminer de dire un mot de la façon dont la stroboscopie pourrait continuer à se développer au service de la laryngologie, nous pensons avec STERN qu'il serait d'abord nécessaire de tenter d'établir les lois de l'apparition des modifications vibratoires. Lorsque ce travail sera entrepris ou sur certains points mené à bonne fin, nous serons alors en mesure d'en dire sur la nature et l'extension d'un processus maladif beaucoup plus qu'il ne nous est possible de le faire actuellement avec la

seule observation laryngologique et nous recevrons une aide importante, non seulement pour le diagnostic des affections semblables, mais encore pour le choix de la thérapeutique à leur appliquer.

De même une observation stroboscopique caractéristique contribuera dans de nombreux cas à nous permettre de répondre à la question de savoir si un processus morbide, disparu depuis, a cependant existé à un moment donné; et nous baserons notre appréciation sur la concordance dont nous aurons établi les lois entre telle ou telle affection et les anomalies vibratoires d'une corde vocale dont nous aurons perçu la trace dans le cas qui nous sera soumis.

Après cela, il faut reconnaître que bien que l'utilisation de la stroboscopie pour des fins cliniques soit encore de date toute récente, bien que certaines des opinions actuellement soutenues aient besoin de posséder une base plus sûre et d'être encore développées, sinon modifiées, la laryngostroboscopie a, dans ces dernières années, accompli d'importants progrès qui n'ont peut-être pas jusqu'à ce jour été appréciés à leur juste valeur. Sous ce rapport, la stroboscopie se trouve d'ailleurs en excellente compagnie et il est inutile de rappeler que d'autres méthodes d'investigation médicale ne se sont que lentement frayées leur voie. En toute modestie et en toute réserve, nous pouvons *cependant*, sur la base des résultats déjà obtenus par

l'investigation stroboscopique, exprimer cette opinion que le moment est venu où la laryngologie ne saurait plus se passer de cette méthode de recherche.

Vu

**Le Doyen :
BAUDOUIN**

Vu

**Le Président de la Thèse :
LEMAITRE**

Vu et permis d'imprimer

**Le Doyen de la Faculté des Sciences
chargé des fonctions de Recteur de l'Académie de Paris
CH. MAURAIN**

BIBLIOGRAPHIE

Die mit * bezeichneten Arbeiten konnten nicht eingesehen werden.

ANTHON, W., Ueber isochrone elektro-mechanische Stimm- u. Tonbehandlung u. ihren Einfluss auf die stroboskopischen Schwingungsfiguren. Passow-Schaefers Beitr., Bd. 20, S. 249—258 (1926).

AUERBACH F., Akustik. Handbuch der Physik, Bd. 2, 1909 (Stroboskopie, S. 101, 107, 192).

BARTH, E., Die Laryngo-Stroboskopie. In « Einführung in die Physiologie, Pathologie u. Hygiene der menschlichen Stimme », 1911. S. 197—200.

BUNGE, Lehrbuch der Physiologie des Menschen, Bd. I, S. 105 (1870).

CARRIÈRE, Z. [1], Sondes acoustiques. J. Physique, Sér. VI, Tome IV, p. 417 (1923).

DERSELBE [2], Entretien des vibrations d'une anche libre. J. Physique, Sér. VI, Tome IV, p. 338—334 (1924).

DERSELBE [3], Phénomènes à l'embouchure d'un tuyau d'orgue. J. Physique, Sér. VI, Tome VI, p. 52—64 (1925).

CORDS, R., Ueber die Verschmelzungsfrequenz bei periodischer

- Netzhautreizung durch Licht oder elektrische Ströme. Arch. Ophthalm., Bd 67, S. 149—161 (1908).
- DAHMANN, H. [1], Zur Frage der physikalischen Grundlagen der Stroboskopie. Ein neues Laryngo-Stroboskop. Z. Hals- usw. Heilk., Bd. 17, S. 560—573 (1925).
- DERSELBE [2], Demonstrationsmethoden der Wirkungsweise der Stroboskopie. « Die künstlichen Kehlköpfe. » Z. Laryng., Bd. 18, S. 275—283 (1929.)
- DERSELBE [3], Laryngoskopisches Spiegelmodell mit schwingenden Stimmlippen. Z. Laryng., Bd. 21, S. 403—405 (1931).
- DERSELBE [4], Stroboskopie u. allgemeine Laryngologie. Demonstration eines Universalstroboskops. Z. Hals- usw. Heilk., Bd. 29, S. 426—435 (1931).
- DODD, Amer. J. Ophthalm., Bd. 12, S. 119 (1926).*
- DOPPLER, Chr., Ueber ein Mittel, periodische Bewegungen von ungemeiner Schnelligkeit noch wahrnehmbar zu machen u. zu bestimmen. Abh. d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss., V. Folge, Bd. 3, S. 449 (1845), abgedr. bei Mach [3].
- EWALD, R. [1], Physiologie des Kehlkopfes. Heymans Handb. d. Laryngologie, 1898.
- DERSELBE [2], Zur Konstruktion von Polsterpfeifen. Pflügers Arch., Bd. 152, S. 171—186 (1913).
- EXNER, S., Experimentelle Untersuchungen der einfachsten psychischen Prozesse III. Pflügers Arch., Bd. 11, S. 412—413 (1875).
- FARADAY, Ueber eine besondere Klasse von optischen Täusch-

- ungen. Poggendorfs Ann., Bd 22, S. 601—606 (1831). (J. Roy. Inst., I, p. 205).
- FLATAU, Th. S. [1], Laryngoskopie u. hintere Rhinoskopie bei geschlossenem Munde. Passow-Schaefers Beitr., Bd. 3, S. 461—466 (1910), Berl. kl. Wschr. 1910. S. 602.
- DERSELBE [2], Diskussionsbemerkung a. d. V. Jahresvers. d. Ges. d. H-, N- u. O.-Ärzte, Kissingen, 1925. Z. Hals- usw. Heilk., Bd. 12, S. 288 (1925).
- FROSCHELS, E., Untersuchungen über den harten u. weichen Stimmeinsatz bei Natur- u. Kunststimmen. Sitzgsber. Wien. Ak. Wiss., math- naturw. Kl., Bd. 129, Abt. III (1920), S. 43—50.
- FURSTENBERG, A., Grundsätzliches über die Analyse periodischer Bewegungen mit Hilfe der Stroboskopie. Vox med. (Berl.), 1929, S. 63—66.
- GELB u. GOLDSTEID, Psychologische Analyse hirnpathologischer Fälle I. Z. Neur., Bd. 41, S. 1 (1918).
- HAJEK, L. [1], Bericht über die Sitzung der Osterr. Ges. f. exper. Phonetik am 17. 12. 1930. Vox med. (Berl.) 1931, S. 36.
- DERSELBE [2], Stroboskopische Methoden in der Experimentalphonetik. Forschgn u. Fortschr., 7. Jg., 1931, Nr. 10.
- HAJEK, M., Pathologie und Therapie der Erkrankungen des Kehlkopfes usw. Leipzig 1932 (Stroboskopie S. 77—78).
- HALA, B., La cinématographie de l'articulation des cordes vocales à l'aide du stroboscope et de la grande vitesse. Ber.

über d. IV. Kongr. d. Intern. Ges. f. Logopädie u. Phoniatrie, Prag 1930. Wien 1931, S. 87—92.

HALA & HONTY, La cinématographie, etc. (Titel wie vorige 1—12.

HARTMANN, L., Neue Verschmelzungsprobleme. Psychol. Forschg, Bd. 3, S. 319—396 (1923). *

HEGENER, J. [1], Die binokular-stereoskopische Untersuchung des Larynx, Epipharynx, sowie des Trommelfells. Passow-Schaefers Beitr., Bd. 3, S. 222—232 (1910).

DERSELBE [2], Ein neues Laryngostroboskop, zugleich Universalbeleuchtungsapparat für die Beobachtung u. Momentphotographie in Körperhöhlen mit engem Zugang. Vox med. (Berl.), 1914, S. 1—10.

DERSELBE [3], Stereoskopie u. Stereophotographie des Larynx u. des Ansatzrohres u. ihrer Bewegungen. I. intern. Kongr. f. exper. Phonetik in Hamburg 1914. Vox med. (Berl.), 1920, S. 109—113.

DERSELBE [4], Die Entwicklung der subjektiven u. objektiven endolaryngealen Beobachtungsmethoden in ihrer Bedeutung für die experimentelle Phonetik. Vortr. i. d. Ges. f. Phonetik, Hamburg 1920. Vox med. (Berl.), 1921, S. 1—15.

DERSELBE [5], Die Photographie der oberen Luftwege u. des Trommelfells. II. Jahresvers. d. Ges. d. H.-, N.-, O.-Ärzte, Wiesbaden 1922. Z. Hals- usw. Heilk., Bd. 3, S. 325—328 (1922).

DERSELBE [6], Die Photographie der Kehlkopfes u. der oberen Luftwege. Denker-Kahlers Handb. d. H.-, N.-, O.-Heilk., Bd. 5, S. 1271—1280 (1929).

HEGENER U. PANCONCELLI-CALZIA [1], Die einfache Kinematographie u. Stroboskinematographie der Stimmlippenbewegungen beim Lebenden. *Vox med.* (Berl.) 1913, S. 81—82.

DIESELBEN [2], Kinematographie der Stimmlippenbewegungen. Votr. I. intern. Kongr. f. exper. Phonetik, Hamburg 1914. Kurzes Autoreferat. *Vox med.* (Berl.), 1914, S. 150.

DIESELBEN [3], Kinematographie der Stimmlippenbewegungen beim Lebenden. I. intern. Kongr. f. exper. Phonetik, Hamburg 1914. *Vox med.* (Berl.), 1920, S. 114—115.

HELMHOLTZ, Die Lehre von den Tonempfindungen. 5. Aufl., 1913.

HILLEBRAND, Zur Theorie der stroboskopischen Bewegungen. *Z. Psychol.*, Bd. 89—90, S. 209—1923 (1922).

HORNER, W. G. Über die Eigenschaften des Dädaleums, eines neuen auf optischer Täuschung beruhenden Instruments. *Poggendorfs Ann. d. Phys. u. Chem.*, Bd. 32, S. 650—655 (1934). (*Philosophic. Mag.*, Ser. 3, Vol. 4, S. 36.)

KATZENSTEIN, J. [1], Operativer Eingriff bei Lähmung beider Musculi thyreoarytaenoidei int. u. des Musculus arytaenoideus transversus. *Passow-Schaefers Beitr.*, Bd. 12, *Passow-Festschrift* 1919, S. 97-103.

DERSELBE [2], Methoden zur Erforschung der Tätigkeit des Kehlkopfes, sowie der Stimme u. Sprache. *Abderhaldens Handb. d. biol. Arbeitsmethoden*, Abt. V, Teil 7, I. Hälfte, 1920 (*Stroboskopie* S. 270—277).

- KOHLER, W., Zur Theorie der stroboskopischen Bewegung. Psychol. Forschg., Bd. 3, S. 397—406 (1923).
- KONIG, A., Die stroboskopischen Erscheinungen. Physiologische Optik im Handb. f. Experimentalphysik, Bd. 20, S. 176—180 (1929).
- KONIG, R., Die manometrischen Flammen. Poggendorfs Ann. d. Phys. u. Chem., Bd. 146, S. 161—199 (1872).
- KOFFKA, K., Die Wahrnehmung von Bewegung. Handb. d. norm. u. pathol. Physiol., Bd. 12, II. Hälfte, S. 1166—1214 (1931).
- KOSECHLAKOFF, D., Über die Schwingungstypen der Stimmbänder. Pflügers Arch., Bd. 38, S. 428—476 (1886).
- LEVIDOW, I. I. [1], Anwendungsversuch der stroboskopischen Untersuchungsmethode auf Erkrankungen des Stimmapparates. Ber. über d. III. allruss. otolar. Kongr., Odessa 1929, Folia Otol., 1930, S. 173.*
- DERSELBE [2], Ein Versuch zur Anwendung des stroboskopischen Verfahrens zur Diagnostik der Erkrankungen der Singstimme. Z. usn. Bol. (russ.), Bd. 8, S. 71—83. Autoreferat im Zbl. Hals- usw. Heilk., Bd. 17, S. 139 (1932).
- LINKE, Wundts Psychol. Stud., Bd. 3, 1907. *
- LOEBELL, H. [1], Ein neues Stroboskop. VI. Jahresversamml. d. Ges. d. H.-, N.-O.-Ärzte, Hamburg 1926. Z. Hals- usw. Heilk., Bd. 15, S. 371-373 (1926).
- DERSELBE [2], Fehlerquellen bei experimentell-phonetischen Untersuchungen. I. Ber. über d. III. Versamml. d. Deutsch. Ges. f. Sprach- u. Stimmheilk., Leipzig

1931. I. Wissenschaftl. Berichte (Stroboskopie S. 77).
- LUCAE, Das Oto-Stroboskop u. seine physiologische diagnostische Bedeutung. Arch. Ohrenheilk., Bd. 53, S. 39—51 (1901).
- MACH, E. [1], Vorläufige Mitteilung über einen Apparat zur Beobachtung der Schallbewegung. Wien. Akad. Anz., 1870. Nr. 1, abgedr. bei Mach [3].
- DERSELBE [2], Über die Beobachtung von Schwingungen. Wien. Akad. Anz., 1870. Nr. 1, abgedr. bei Mach [3].
- DERSELBE [3], Optisch-akustische Versuche. Prag 1873 (Stroboskopie S. 63—94).
- DERSELBE [4], Analyse der Empfindungen, 1875.*
- MALJUTIN, E. N. [1], Die stroboskopischen Phänomene bei Musikstudierenden. Russk. Klin. (russ.), Bd. 13, S. 81—91 (1930. Ref. im. Zbl. Hals- usw. Heilk., Bd. 16, S. 852 (1931)).
- DERSELBE [2], Straboskopische Erscheinungen bei Gesangsschülern. C. r. de la IV. Réunion scient. du Colleg. Oto-Rhino-Lar. amit. sacr., Frankfurt a. M. 1930. Helsingfors 1931, S. 109—119.
- DERSELBE [3], Stroboskopische Erscheinungen bei Gesangsschülern. Acta otolaryng. (Stockh.), Vol. 15, Fasc. 2—4, S. 101—109 (1931).
- DERSELBE [4], Zur Frage der stroboskopischen Diagnostik. Mschr. Ohrenheilk., Bd. 65 (1931); Hajek-Festschrift S. 1356—1362.
- MARBE, K., Tatsachen u. Theorie des Talbotschen Gesetzes. Pflügers Arch., Bd. 97, S. 335—393 (1903).

- MAURER, K., Die Romantik des Messens, 1932 (Stroboskopie S. 30-36).
- MEILI & TOBLER, Les mouvements stroboscopiques chez les enfants. Arch. de Psychol., Bd. 23 (1931).
- MIHICH, M., Einige Bemerkungen zu der von H. Stern angegebenen neuen Stroboskopie-Apparaturfl Mschr. Ohrenheilk., 1932; Hajek-Festschr. (im Erscheinen).*
- MIODONSKI, J., Einige Bemerkungen über die Stimmlippenschwingungen bei der Phonation. Otolaryng. slav., Bd. 3, S. 160 (1931).*
- MORRISON, Ch., Cinematography of the Vocal Cords. Proc. Soc. exper. Biol. a. Med., Bd. 27, S. 936 (1930).*
- MUSEHOLD, A. [1], Stroboskopische u. photographische Studien über die Stellung der Stimmlippen im Brust- u. Falsettregister. Arch. f. Laryng., Bd. 7, S. 1—21 (1898).
- DERSELBE [2], Allgemeine Akustik u. Mechanik des menschlichen Stimmorgans. Berlin 1913.
- MULLER, Joh., Anwendung der stroboskopischen Scheibe zur Versinnlichung der Grundgedanken der Wellenlehre. Poggendorfs Ann. d. Phys. u. Chem., Bd. 67, S. 271—272 (1846).
- NAGEL, W. [1], Physiologie der Stimmwerkzeuge. Nagels Handb. d. Physiol., Bd. 4 (1905) (Stroboskopie S. 740—744).
- DERSELBE [2], Methoden zur Erforschung des Lichtsinns. Tigerstedt Handb. d. physiol. Methodik, Bd. 3/2 (1909) (Stroboskopie S. 32—35).
- NEUMANN, C., Beobachtungen über die Schwingungen gestrich-

ner Saiten. Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl., Bd. 61, S. 89—104 (1870).

OERTEL, M. J. [1], Über eine neue « laryngo-stroboskopische » Untersuchungsmethode des Kehlkopfes. Vorläuf. Mitteil. Zbl. med. Wiss., Bd. 16, S. 81—82 (1878).

DERSELB [2], Laryngostroboskopische Beobachtungen über die Bildung der Register bei der menschlichen Stimme. Vorläuf. Mitteil. Zbl. med. Wiss., Bd. 16, S. 99 bis 101 (1878).

DERSELBE [3], Über den Mechanismus des Brust- u. Falsettregisters. Beitr. zur Biologie als Festgabe für Bischoff. Stuttgart 1882, S. 25—42.

DERSELBE [4], Das Laryngo-Stroboskop u. die laryngostroboskopische Untersuchung. Arch. f. Laryng., Bd. 3, S. 1—16 (1895).

PANCONCELLI-CALZIA, G. [1], Die Kinematographie u. Photographie der Bewegungen im Kehlkopf oder im Ansatzrohr auf Grund der Autoktoptrie. Vox med. (Berl.), 1920, S. 1—26.

DIESELBEN [2], Eine auf Autoktoptrie basierende Laboratoriumsanordnung, um die Bewegungen im Kehlkopf u. Ansatzrohr mindestens 12—14 Personen gleichzeitig zu zeigen. Vox. med. (Berl.), 1920, S. 27—29.

DIESELBEN [3], Eine einfache binokuläre Laryngoskopie u. Strobolaryngoskopie mit u. ohne Vergrößerung. Vox med. (Berl.), 1925, S. 28.

DIESELBEN [4], Ein binokulärer Stirnspiegel. Vox med. (Berl.), 1925, S. 34.

DIESELBEN [5], Strobokinematographien u. Zeitlupenaufnahmen

von membranösen Zungen, sowie von menschlichen stimmlippen. Ann. Physik, N. F., Bd. 85, S. 843—493 (1928).

DIESELBEN [6], Neues Stativ-Stroboskop nach Schneider. Vox Med. (Berl.), 1929. S. 14—15.

DIESELBEN [7], Zeitlupenaufnahmen u. Strobokinematographie von Vorgängen im Kehlkopf. Z. Laryng., Bd. 17, S. 394-395 (1929).

DIESELBEN [8], Eine zweckmäßige Vorrichtung zur einfachen u. stroboskopischen Kinematographie von Phonationsvorgängen im Kellkopf. Z. Laryng., Bd. 18, S. 101—102 (1929).

DIESELBEN [9], Die Naturfarbenkinematographie von Phonationsvorgängen, insbesondere im Kehlkopf. Z. Laryng., Bd. 18, S. 376—377 (1929).

DIESELBEN [10], Einige Verbesserungen am « Stativ-Stroboskop » nach Schneider. Vox med. (Berl.), 1930, S. 5.

DIESELBEN [11], Zur Geschichte der tonoskopischen Vorrichtungen. Ann. Physik, V. F., Bd. 10, S. 673-680 (1931).

PLATEAU, J. [1], Über einige Eigenschafiten der vom Lichte auf das Gesichtsorgan hervorgebrachten Eindrücke. Poggendorfs Ann. d. Phys. u. Chem., Bd. 20, S. 304—322 (1830). (Dissertation sur quelques propriétés des impressions produites par la lumière, etc., Liège 1829.)

DERSELBE [2], Correspondance mathém. et phys. de l'observat. de Bruxelles, Bd. 7, S. 365 (1833) (datiert vom 20. 1. 1833).*

DERSELBE [3], Ann. de Chimie et physique, Bd. 53, S. 304 (1833).*

DERSELBE [4], Betrachtungen über ein von H. Talbot vorgeschlagenes photobetrisches Prinzip. Poggendorfs Ann. d. Phys. u. Chem., Bd. 35, S. 457—468 (1835). (Bull. Acad. Sci. Belg. usw., Bruxelles 1835).

DERSELBE [5], Sur un nouveau moyen de déterminer la vitesse et les particularités d'un mouvement périodique très rapide, tel que celui d'une corde sonore en vibration, etc. Bull. Acad. Sci. Belg., Bd. 3, S. 364 (1836). Abgedr. bei Mach [3].

DERSELBE [6], Reklamation in betreff eines von Herrn Doppler angegebenen Instruments. An den Herausgeber. Poggendorfs Ann. d. Phys. u. Chem., Bd. 78, S. 284—288 (1839).

P(OGGENDORF), Stroboskopische Scheiben, Phänakistikop, Phantasmaskop. Poggendorfs Ann. d. Phys. u. Chem., Bd. 32 (108), S. 636—649 (1834).

POIROT, Die Phonetik. Tigerstedts Handbuch der physiol. Methodik, Bd. III, Abt. 6 (Stroboskopie S. 14—19).

RÉTHI, L. [1], Experimentelle Untersuchungen über den Schwingungstypus u. den Mechanismus der Stimmbänder bei der Falsettstimme. Sitzgber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl., Bd. 105, Abt. III, S. 197—202 (1896).

RÉTHI, L. [2], Experimentelle Untersuchungen (Titel wie vorige Arbeit). Wien. klin. Rdsch., 1897, S. 71—72, 88—90.

DERSELBE [3], Untersuchungen über die Schwingungsform der

- Stimmbänder bei den verschiedenen Gesangsregistern. Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl., Bd. 106, Abt. III, S. 66—70 (1897).
- DERSELBE [4], Experimentelle Untersuchungen über die Stimmbänder bei den verschiedenen Gesangsregistern. Sitzgsregister. Vortrag 5. 11. 1918. Jahresber. d. Osterr. Ges. f. exper. Phonetik, 1920, S. 54—60.
- ROELFSEMA, Geneesk. Tijdschr. Nederl.-Ind., Bd. 68, S. 194—197 (1928).*
- ROSSBACH, M. J., Doppeltönigkeit der Stimme (Diphthongie) bei ungleicher Spannung der Stimmbänder. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. 54, S. 571—574 (1872).
- SCHILLING, R. [1], Vorführung des Stimmbandbewegungsfilms nach Prof. Calzia u. Prof. Hegener. Med. Ges. Freiburg i. B. am 5. 2. 1924. Klin. Wschr., 1924, S. 652.
- DERSELBE [2], Die Untersuchungsmethoden der Stimme u. Sprache. Denker-Kahlers Handb. d. H.-, N.-, O.-Heilk., Bd. I, 861—915 (1925).
- SEEMANN, M. [1], Die phonetische Behandlung bei einseitiger Rekurrenslähmung. Arch. f. Laryng., Bd. 32, S. 299—337 (1920).
- DERSELBE [2], Laryngostroboskopische Untersuchungen bei einseitiger Rekurrenslähmung. Mschr. Ohrenheilk., 1921; Hajek-Festschr., S. 1621—1634.
- SIMANOWSKI, N., Über die Schwingungen der Stimmbänder bei Lähmungen verschiedener Kehlkopfmuskeln, Pflügers Arch., Bd. 42, S. 104—119 (1888).
- SOKOLOWSKY, R. [1], Lupus laryngis, Laryngofissur. Demonstr.

- i. d. Nordostdeutsch. otolar. Ges. Königsberg am 2.
2. 1924. Folia Otolar., Bd. 32, S. 241 (1930).
- DERSELBE [2], Beziehungen der Sprach- u. Stimmheilkunde zur
operativen Laryngo-Rhinologie. Referat a. d. III.
Versamml. d. Deutsch. Ges. f. Sprach- u. Stimm-
heilk., Leipzig 1931. I. Wissensch. Berichte, S. 1—
42 (Schlußwort in II. Sitzungsbericht, S. 267—270).
- SPIES, P., Stroboskopische Methoden. Handwörterb. d. Na-
turwissensch., Jena 1913, Bd. XI, S. 822-834.
- SPIEST, G., Ein neues Laryngostroboskop. Demonstr. a. d. Na-
turf.-Versamml., Frankfurt a. M., 1896. Arch. f.
Laryng., Bd. 7. 148—150 (1898).
- STAMPFER, Die stroboskopischen Scheiben oder optischen Zau-
berscheiben. Wien, Juni 1833. Eingerückt i. d. 18.
Jahresber. d. k. u. k. Polytechn. Inst. in Wien.*
- STEIN, L., Zur Frage der Stimmknötchen u. deren Behandlung.
Mtschr. Ohrenheilk., 1932; Hajek-Festschr. (im
Erscheinen.)*
- STEIN U. POLLAK-RUDIN, Wien. med. Wschr. 1932. (Im Ers-
cheinen.)*
- STERN, H. [1], Diskussionsbemerkung a. d. II. Jahresversamml.
d. Ges. deutsch., N.-, N.-, O.-Ärzte, Wiesbaden
1922. Z. Hals- usw. Heilk., Bd. 3, S. 481 (1922).
- Derselbe [2], Laryngostroboskopie. Vortr. am 12. 12. 1927.
Jahresber. d. Osterr. Ges. f. exp. Phonetik, Wien
1930. Wien. med. Wschr., 1929, Nr. 27.
- DERSELBE [3], Die Notwendigkeit einer einheitlichen Nomenkla-
tur für die Physiologie, Pathologie u. Pädagogik der
Stimme. Feferat a. d. III. Kongr. d. Intern. Ges. f.

Logopädie u. Phoniatrie, Wien 1928. Mschr. Ohrenheilk., Jg. 62, 1928.

DERSELBE [4], Besprechung einiger wichtiger Fragen aus der Stimm- u. Sprachheilkunde. Ber. über d. IV. Kongr. d. Intern. Ges. f. Logopädie u. Phoniatrie, Prag 1930 (Wien 1931), S. 115—118.

DERSELBE [5], Vorläufige Mitteilung über ein noch nicht bekanntes Ergebnis bei der stroboskopischen Untersuchung. Mschr. Ohrenheilk., Bd. 64, S. 1093—1098 (1930).

DERSELBE [6], Phoniatisches Seminar. Wien. med. Wschr., 1930, S. 1357—1358.

DERSELBE [7], Eine weitere Mitteilung über Ergebnisse bei der laryngostroboskopischen Untersuchung. Wien klin. Wschr., 1930, H. 41.

DERSELBE [8], Einige Bemerkungen bzw. Richtigstellungen zu der Arbeit von abs. med. Desider Weist: « Über einige stroboskopische Phänomene ». Mschr. Ohrenheilk., Bd. 65, S. 165—170 (1931).

DERSELBE [9], Eine kurze Zusammenfassung des derzeitigen Standes der Frage der Beurteilung u. Bewertung stroboskopischer Befunde für die Pathologie der Stimme — zugleich meine Schlusstantwort an abs. med. Desider Weist. Mschr. Ohrenheilk., Bd. 65, S. 691—702 (1931).

DERSELBE [10], Nachtrag. Mschr. Ohrenheilk., Bd. 65, H. 6, 1931.

DERSELBE [11], Zur Bedeutung u. Bewertung stroboskopischer Befunde für die Pathologie der Stimme. Ber. über

- d. III. Versamml. d. Deutsch. Ges. f. Sprach- u. Stimmheilk., Leipzig 1931 (Leipzig 1931), S. 571—587. Z. Laryng., Bd. 21, S. 571—587 (1931).
- STERN, H. [12], Die stroboskopische Untersuchungsmethodik. Wien med. Wschr., 81. J.; Hajek-Festschrift, S. 1396—1398 et 14 autres publications.
- DERSELBE [13], Erwiderung auf die obigen Bemerkungen von Desider Weist. Z. Laryng., Bd. 22, S. 266 (1932).
- DERSELBE [14], Die funktionellen Störungen der Stimmstimme. Pathologie u. Klinik. Referat a. d. IV. Kongr. d. Intern. Ges. f. Logopädie u. Phoniatrie, Prag 1930. Wien med. Wschr., 80. Jg., S. 1136—1143.
- STRICKER, Studien über Bewegungsvorstellungen. Wien 1882.*
- TALBOT, H. F., Experiments on Light II. On Photometry. The London and Edinburgh Philos. Mag. and J. of Sc., Bd. 3, S. 328 (1832).
- TOPLER, A. [1], Das Prinzip der stroboskopischen Scheiben als vorteilhaftes Hilfsmittel zur optischen Analyse tönender Körper. Poggendorfs Ann. d. Phys. u. Chem., Bd. 128, S. 108—125 (1866).
- DERSELBE [2], Vibroskopische Beobachtungen über die Schwingungsphasen singender Flammen (der chemischen Harmonika) mit Benutzung des Schlierenapparates. Poggendorfs Ann. d. Phys. u. Chem., Bd. 128, S. 126—139 (1866).
- TONNDORF, W. [1], Die Schwingungszahl der Stimmlippen. Z. Hals- usw. Heilk., Bd. 15, S. 363—371 (1926).
- TULLIO, P., Das Ohr und die Entstehung der Sprache und Schrift. D. übers. v. Jellinek. Wien-Berlin 1929.

- DERSELBE [2], Zur Physiologie des menschlichen Stimmorgans. II. Tagung d. Deutsch. Ges. f. Sprach- u. Stimmheilk., Leipzig 1928. Z. Hals- usw. Heilk., Bd. 22, S. 412—423 (1929).
- TSCHERMAK, A., Licht- u. Farbensinn. Handb. d. norm. u. pathol. Physiol., Bd. 12, Teil 1, S. 433 (1929).
- WEITS, D. [1], Über einige stroboskopische Phänomene. (Schlusswort.) Vortr. i. d. Osterr. Ges. f. exper. Phonetik am 17. 12 1930. Im Erscheinen.
- DERSELBE [2], Über einige stroboskopische Phänomene. Mschr. Ohrenheilk., 1931, S. 158—165.
- DERSELBE [3], Erwiderung auf « Einige Bemerkungen bzw. Richtigstellungen usw. » von Doz. Dr. H. Stern. Mschr. Ohrenheilk., 1931, S. 430—434.
- DERSELBE [4], Erwiderung auf den Artikel von Prof. Dr. E. N. Maljutin: « Zur Frage der stroboskopischen Diagnostik ». Mschr. Ohrenheilk., 1932, S. 182—184.
- DERSELBE [5], Erwiderung auf den Artikel « Zur Bedeutung u. Bewertung stroboskopischer Befunde usw. » von Doz. Dr. H. Stern. Z. Laryng., Bd. 22, S. 264—265 (1932).
- DERSELBE [6], Beiderseitige Stimmlippenlähmung mit merkwürdigem Behandlungsergebnis. Z. Hals- usw. Heilk., 1932. (Im Erscheinen.)
- WEIST, O. [1], Über die Entstehung der Vokale. II. Die Vorgänge im ausgeschnittenen Kehlkopf. Katzensteins Arch. f. exper. u. klin. Phonetik, Bd. 1, S. 350—355 (1914).
- DERSELBE [2], Stimmapparat des Menschen. Handb. d. norm.

- u. pathol. Physiol., Bd. 15, Teil 2, S. 1252—1349 (1931).
- WENDLER, Eine Messung der Schallgeschwindigkeit nach stroboskopischer Methode. Z. Unterr., Bd. 37, S. 33 (1924).*
- WERTHEIMER, M., Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegungen. Z. Psychol., Bd. 61, S. 161—265 (1912).
- WEST, R., The Nature of Vocal Sounds. The Quart. J. of Speech Eudc., Bd. 12, S. 251 (1926).*
- WETHLO, F. [1], Ein neues Laryngo-Stroboskop mit Federantrieb u. Zentrifugalregulierung. Mschr. Sprachheilk., Bd. 8, S. 65—68 (1908) (hierzu Nachschrift der Redaktion).
- DERSELBE [2], Versuche mit Polsterpfeifen. Passow-Schaefers Beitr., Bd. 6, S. 268 bis—280 (1913).
- DERSELBE [3], Zur Technik der Stroboskopie. Vox med. (Berl.), 1915, S. 271—277.
- WUNDT, W., zit. nach Koffka.
- ZIETZ u. WERNER, Über die dynamische Struktur der Bewegung. Studien über Strukturgesetze, VIII. Herausg. von H. Werner. Z. Psychol., Bd. 105, S. 226—249 (1928).
- ZUMSTEEG, H. [1], Die funktionellen Stimmstörungen. Vox med. (Berl.), 1913, S. 42—58, 94—107.
- ZUMSTEEG, H. [2], Stroboskopische Untersuchungen. Vortrag a. d. I. Intern. Kongr. f. Exper. Phonetik, Hamburg 1914. Kurzes Autoreferat. Vox med. (Berl.), 1914, S. 157.

DERSELBE [3], Über larvierte Formen von Mutationsstörungen.
Vox med. (Berl.), 1916, S. 216—220.

BERGER, Phonetische Untersuchungen über die Gutzmannsche
Druckprobe (mit Klanganalysen). (Bericht über die
III. Versammlung der Deutschen Gesellschaft für
Sprach- und Stimmheilkunde, II Teil, Kabitzsch,
Leipzig, 1931.)

EWALD, Die Physiologie des Kehlkopfes und der Luftröhre,
Stimmbildung (Handbuch der Laryngologie und Rhi-
nologie. Heymann. Hölder, Wien, 1929.)

FRÉCHELS, Diskussion u. d. Referat « Die Laryngostroboskopie »
v. Weiss. (Bericht, Berlin, 1936.)

FRÉCHELS, Communication à la Société d'O. R. L. de Vienne,
avril 1934.

FÜRSTENBERG (A.), Grundsätzliches über die Analyse periodis-
cher Bewegungen mit Hilfe des Stroboskops. Vox,
1928, H. 7-8.

GUTZMANN, Untersuchungen über Bewegungsvorgänge und Klänge
der Polsterpfeifen mit Bezug auf die menschliche
Stimme. (Zeitschrift für Lar. Rhin. Ot., Bd. 24, H.
5—6, 1933.)

HALA & HONTY, L'emploi de la cinématographie pour l'explora-
tion de la voie humaine. (In Revue Internationale du
Cinéma éducateur. Société des Nations, Rome, Mars
1932.)

HAYASHI, Sur la voix de remplacement. (Oto-Rhinolaryngologia,
Tokio, Bd. IX, H. 7, 1^{er} juillet 1936.)

HEYMANN, Die Stroboskopie im Dienste der Laryngoskopie.

(Archiv. f. Ohren Nasen u. Kehlkopfheilkunde, Bd. 136, H. 1/2, 1933.)

HUSSON R., Etude théorique et expérimentale de la réaction du résonateur pharyngien usw. Revue Française de Phoniatrie 1933, fascicule 2.

HUSSON R., Vue synthétique des principales acquisitions de physiologie et de pathologie vocales dues à la laryngostroboscopie. (Revue de Laryngologie Portmann, n° 10, décembre 1936.)

HUSSON & TARNEAUD, La mécanique des cordes vocales dans la phonation. (Revue de Laryngologie Portmann, n° 8, sept.-oct. 1932.)

IMHOFER, Phoniatische Betrachtungen zur Pathologie und Therapie der einseitigen Rekurrenslähmung. (Zeits. f. Laryng. Rhin. Bd. 24, H. 1, 1933.)

IMHOFER, Über phonasthenieähnliche Stimmstörungen durch einseitige Erkrankung der Stimmbandmuskulatur (Monat. f. Oh. u. Lar. Ph. H. 11, Jg. 1934.)

KALLEN, Laryngostroboscopy in the practice of otolaryngology. (Archives of Otolaryngology, Décembre 1932.)

LABADIÉ J., La mécanique de la voix. (L'Illustration, Paris, 27-1-1934.)

LINDEMANN, Studies of action currents in laryngeal nerves. (Proc. of the Exp. Biol. T. 27, 1929-30.)

MATHEY, Traitement phoniatrique de la paralysie récurrentielle. (Thèse Paris, 1936, Jouve, éditeur.)

NADOLECZNY, Kurzes Lehrbuch der Sprach- und Stimmheilkunde. (Leipzig, 1936.)

NADOLECZNY, Die Menschliche Stimme, ihre Funktionstörungen

und deren Behandlung. (Jahreskurse für ärztliche Fortbildung, Nov. 1933, Lehmanns, Munich.)

NADOLECZNY, Physiologie der Sprach und Stimme (Handb. d. Halsw. Heil v. Deuker-Kahler, 1, 1925.)

NEMAI, Diskussion u. d. Referat « Die Laryngostroboskopie » v. Weiss, 1932. Breicht.

SCHILLING, Untersuchungsmethoden der Stimme u. Sprache. (Deuker Kahlers Handb. d. H., N., O. Heilk. Bd. 1, S. 861—915, 1925.)

SEEMANN, Stroboskopische untersuchungen Einseitigen Rekurrenzlähmung (Ein Beitrag zur Stimmphysiologie). Monat. f. Ohrenheilk. Jg. 55 (suppl.).

SEGRE, La stroboscopie laryngea. (Giornale d. d. Acad. di medic. di. Torino, 95, 1932.)

SOKOLOWSKY, Über eine seltene Stimmstörung nach Strumektomie. (Monat. f. Ohr. u. Lar. Rhin. H. 10, Jg., 1936.)

SOKOLOWSKY, Les nodules des chanteurs et les troubles vocaux. (Zeits. f. Hals, Nasen u. Ohrenh., 1925, t. 12, p. 252; Compte Rendu du Congrès.)

SOKOLOWSKY, Rapports de la logopédie et de la phoniatrie avec la chirurgie rhino-laryngée. (Zeits. f. Laryng., Rhin. u. Otolog, 1931, 20 p. 572.)

SOKOLOWSKY, Discussion au 3^e Congrès de la Société Allemande de Logopédie et de Phoniatrie, 1931. Comptes Rendus, p. 268.

STEIN & POLLACK-RUDIN, Ein neues handliches Laryngostroboskopie. (Communication au Congrès International de Logopédie et de Phoniatrie, Vienne, 1933.)

STERN, Cent ans de stroboscopie. (Monat. f. Ohrenh. H. 5, 68 Jg., 1934.) Et dix autres publications.

TARNEAUD, Le nodule de la corde vocale. (Paris, 1935, Maloine, édit.)

TARNEAUD, Les dyskinésies de la parole et du chant. (Annales d'Oto-Laryngologie, n° 8, août 1932.)

TARNEAUD, La Stroboscopie du larynx par le stroborama. (In Bull. Acad. Méd., 16 mai 1932.)

TARNEAUD, La Stroboscopie du larynx. (Revue de Laryngologie Portmann, n° 7, 1932.)

TARNEAUD, Laryngostroboscopie et pathologie vocale. (O. R. L. Internationale, n° 4, avril 1933. Société d'O. R. L. de Paris, 26-1-1932.)

TARNEAUD, Recherches troboscopiques avec le stroborama. (Comm. à la Société de Laryngologie des Hôpitaux de Paris, 20 juin 1932.)

TARNEAUD, La laryngostroboscopie, son but, ses résultats. (La Vie Médicale, n° 20, octobre 1932.)

TARNEAUD, L'étude du larynx et de la voix par la stroboscopie. (La Clinique, juillet 1933.)

TARNEAUD, La stroboscopie du larynx par le stroborama. (La Presse Médicale, n° 31, 18 avril 1934.)

TARNEAUD, Les données cliniques fournies par la laryngostroboscopie. (Languedoc Médical, tome XVIII, n° 3, mars 1935.)

TARNEAUD, La stroboscopie du larynx. (Maloine, Paris, 1937.)

TARNEAUD, La vibration « réduite » des cordes vocales. (Revue Française de Phoniatrie, avril 1935.)

TARNEAUD, La vibration de una Sola Cuerda en la Fonacion. (Pasteur, 7^e année, tome I, n° 6, juin 1934, Annales d'O. R. L., n° 12, 1932.)

TARNEAUD, La corde vocale en attitude de phonation. (Revue de Laryngologie Portmann, 58^e année, n° 3, 1937.)

TARNEAUD, Traité Pratique de Phonologie et de Phoniatrie. (Maloine, éd., Paris.)

TARNEAUD, Rôle fondamental du larynx dans la différenciation du timbre des voyelles. (Note à l'Académie des Sciences du 17 fév. 1941, t. 212, p. 286-288 des Comptes-rendus.)

TARNEAUD, Die stimmlippe in Zustand der Phonation. (In der Hals-Nasen u. Ohrenarst, Bd. 28, H. 1, 1936.) Et douze autres publications.

TONNDORF, Physiologie d. Menschl. Stimmorgans. (Z. Hals., usw. Heilkfl 22, 1929.)

WEISS, Die Laryngostroboskopie. (Zeits f. Lar. Rhin. Bd. 22, H. 5-6, 1932.) (Ce rapport contient toute la bibliographie des travaux antérieurs à l'année 1932.)

